VITALIE BELOUS

INVENTICA

EDITURA "Gh. ASACHI"

INVENTICA

Vitalie Belous
Profesor doctor inginer
Institutul Politehnic Iaşi

Fundaţia ProŞansa
Colegiul PROHUMANITAS
Str. Arcu nr. 4, Iaşi - 6600
tel. 032/116898
nr. 916
anul ..... luna ..... ziua .....

Editura ASACHI
Iaşi, 1992

PARTEA I

BAZELE CREAŢIEI INGINEREŞTI

CAPITOLUL 1

SINTEZA CREATIVĂ - MIJLOC DE BAZĂ PENTRU ACCELERAREA PROGRESULUI TEHNIC ŞI ŞTIINŢIFIC

Accelerarea progresului ştiinţific şi tehnologic reprezintă un deziderat fundamental pentru toate statele lumii, independent de orînduirea socială sau de nivelul de dezvoltare economică, dar capătă accente dramatice pentru statele subdezvoltate, în curs de dezvoltare sau chiar cu o dezvoltare industrial-economică medie.

Necesitatea intervenţiei concertate a statului, întreprinderilor industriale, institutelor de cercetare-proiectare şi de învăţămînt sau ale întreprinderilor şi corporaţiilor particulare, în accelerarea progresului ştiinţific şi tehnologic prin inovare, rezultă clar din următoarea interpretare grafică a dinamicii dezvoltării ştiinţifice şi tehnologice [1], [2], [3] (fig. 1.1).

Dacă progresul ştiinţific şi tehnologic, care hotărăşte nivelul de dezvoltare a unei ţări, urmează o curbă parabolică, cu pantă crescătoare - unanim admisă - în abscisă fiind reprezentat timpul, iar în ordonată nivelul tehnologic (cantitativ şi calitativ), se constată următoarele:

- Nivelul tehnologic şi ştiinţific convenţional N cuprinzînd în structură mai mulţi parametri cantitativi şi calitativi, de tipul: productivitatea în industrie, în agricultură, numărul invenţiilor în vigoare folosite, vechimea (noutatea tehnologiilor), numărul invenţiilor proprii înregistrate şi brevetate, numărul licenţelor asimilate într-un an, creşterea anuală a productivităţii muncii etc., situează diferitele state ale lumii în diferitele porţiuni ale curbei (t_1, t_2, t_3, ...) decalate în timp, conform cu decalajele corespunzătoare de nivel tehnologic-ştiinţific (N_1, N_2, N_3, ...).

- Statele subdezvoltate şi cele în curs de dezvoltare, aflîndu-se la un nivel tehnologic-ştiinţific scăzut (N_1), se vor situa pe o porţiune a curbei progresului cu pantă mică, ceea ce face ca pentru o dezvoltare normală, într-un interval de timp Δt, creşterea corespunzătoare de nivel ΔN_1, să fie neînsemnată, în timp ce pentru o ţară mediu dezvoltată (nivelul N_2) aflată pe o porţiune cu pantă crescută, creşterea va fi mai mare (ΔN_2), iar pentru o ţară înalt dezvoltată (N_3) creşterea ştiinţifică-tehnologică devine de-a dreptul vertiginoasă (ΔN_3).

- Întrucît creşterile de nivel sînt cu atît mai mari, cu cît nivelul deja atins este mai mare ($\Delta N_3 > \Delta N_2 > \Delta N_1$) rezultă că decalajele iniţiale între o ţară subdezvoltată şi una cu dezvoltare medie ε_{12} sau în raport cu una cu o înaltă dezvoltare ε_{13}, cresc ($\varepsilon'_{12} > \varepsilon_{12}$, $\varepsilon'_{13} > \varepsilon_{13}$), ceea ce se întîmplă şi cu decalajul între ţările cu dezvoltare

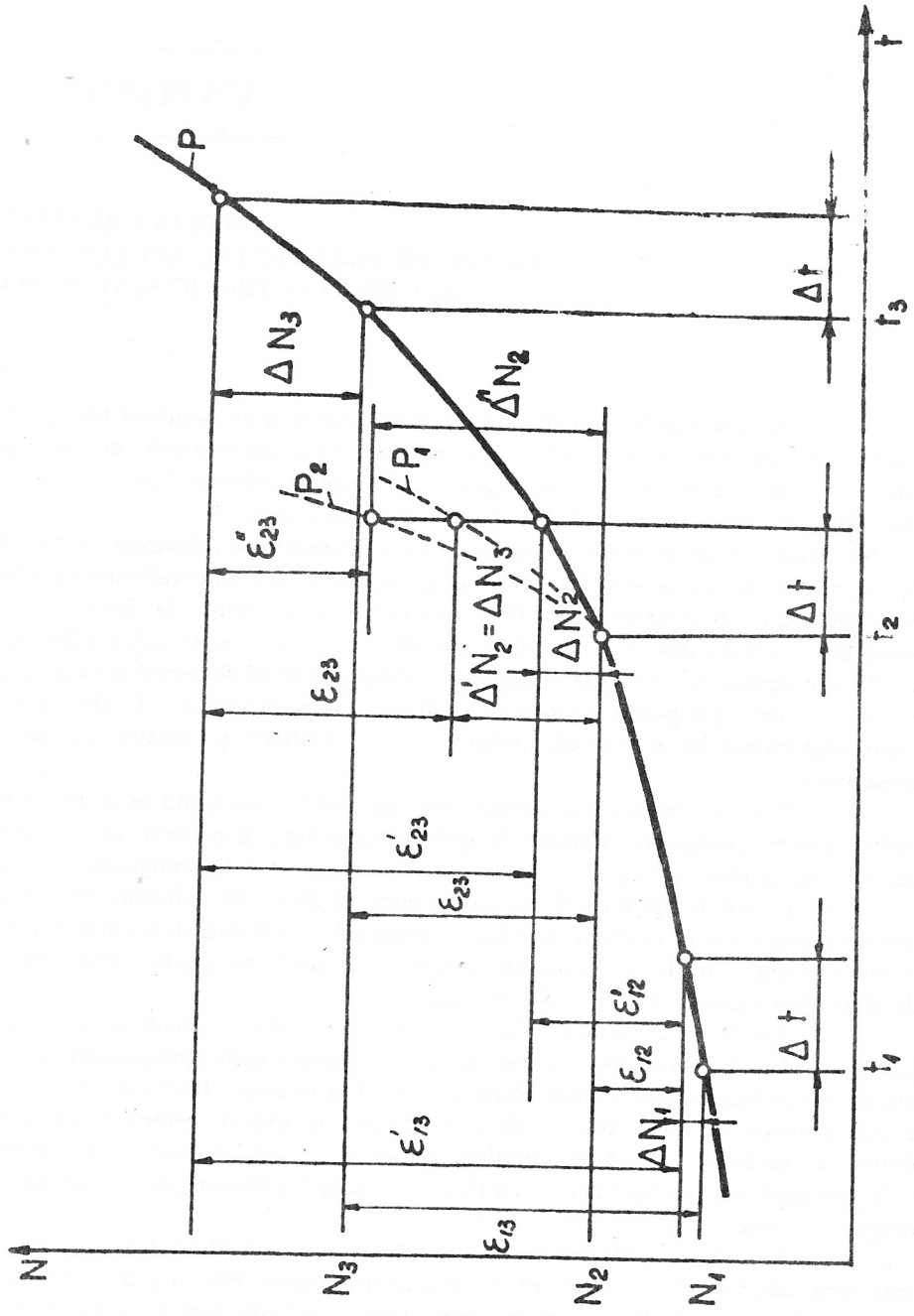

P
ΔN3
ΔN2
P2
P1
ε'23
Δ'N2=ΔN3
Δ'N2
ε23
ε'23
ε23
ε'12
ε12
ε'13
ΔN1
ε13
Δt
Δt
Δt
t
t3
t2
t1
N
N3
N2
N1

Figura 1.1

medie şi cele înalt dezvoltate ($\varepsilon'_{23} > \varepsilon_{23}$).

Cu alte cuvinte, timpul lucrează în favoarea celor dezvoltaţi ştiinţific-tehnologic şi în defavoarea celor cu o dezvoltare medie şi, cu atît mai mult, în defavoarea celor subdezvoltaţi sau în curs de dezvoltare.

Rezultă o concluzie de maximă importanţă industrial-economică pentru dezvoltarea unei ţări:

Pentru a împiedica accentuarea decalajului faţă de ţările avansate, ţările în curs de dezvoltare şi cele cu dezvoltare medie trebuie să treacă neîntîrziat la accelerarea progresului tehnologic-ştiinţific, iar pentru reducerea decalajelor, această accelerare trebuie să fie substanţială.

Trebuie părăsită curba firească a progresului tehnologic-ştiinţific P şi asigurată situarea pe o curbă P_1 cu o pantă mărită astfel încît creşterera $\Delta'N_2$ a unei ţări cu dezvoltare medie, de exemplu, să egaleze pe cea a unei ţări înalt dezvoltate ΔN_3. Evident că pentru reducerea decalajului este necesară o acceleraţie şi mai mare, pentru situarea pe o curbă P_2 cu o pantă (acceleraţie) şi mai mult mărită, astfel încît $\Delta''N_2 > \Delta N_3$.

Prin urmare, este vorba de fapt nu de o accelerare, întrucît curba naturală P are o pantă mereu crescătoare şi, ca atare, progresul tehnic natural este deja accelerat, ci este vorba de o mărire a acceleraţiei, de o acceleraţie a acceleraţiei, de o acceleraţie de ordinul II, pe deplin posibilă pentru om şi societate.

Creşterea acceleraţiei progresului tehnic, devierea curbei P spre P_1 sau chiar spre P_2 este posibilă pe următoarele căi mai importante:

- industrializarea rapidă, care conferă nu numai independenţă economică, ci şi un nivel general tehnologic crescut, industria constructoare de maşini reprezentînd pîrghia principală;
- transferul rapid de tehnologie de la ţările cele mai dezvoltate din acest punct de vedere, prin licenţe, sau prin reproiectări cu forţe proprii;
- creaţia tehnică autohtonă.

Prezentul volum este consacrat celei de a III-a căi, calea proiectării creative în construcţia de maşini, calea sintezei inginereşti a unor soluţii superioare celor cunoscute în tehnica mondială.

Previziunea ştiinţfică formulată de J.P. Guilford [4], [5], în conformitate cu care, după o primă revoluţie industrială, care a determinat practic inutilitatea muşchilor omului, urmată de cea de a doua, încă în curs de desfăşurare, care a redus importanţa gîndirii logice prin transferul, treptat, a acesteia către ordinatoare, contribuţia majoră a fiinţei umane se va situa în viitor, din ce în ce mai mult la nivelul facultăţilor sale creative, este din ce în ce mai mult argumentată de dezvoltarea ştiinţifică şi tehnologică contemporană.

Dar inovarea capătă accente vitale chiar şi pentru statele înalt dezvoltate industrial; cucerirea pieţei mondiale, în condiţiile unei crunte concurenţe, nu este posibilă decît prin realizarea de super-produse, obiectiv de neatins fără o intensificare a activităţii de creaţie tehnică. Aşa cum arată Jean Chenevier preşedintele Consiliului naţional al patronatului francez, într-un articol intitulat sugestiv „A inova pentru a supravieţui" [6] „Cei care vor rata virajele tehnologice sînt condamnaţi să dispară sau să devină periferici. În aceste condiţii, inovarea nu mai este o dezbatere academică sau de lux, rezervată numai pentru

unii, ci o bătălie pentru supraveţuire".

Dar intensificarea proceselor creative în tehnică este determinată şi de un al doilea grup de argumente convingătoare - *creşterea vertiginoasă a complexităţii sistemelor tehnice şi implicit a numărului de probleme necesar a fi rezolvate de constructorii creativi.*

Într-adevăr, după clasificarea aparţinînd inventologului sovietic A.I. Polovinkin [7], sub aspect logic, la proiectarea produselor sau a proceselor tehnologice, constructorul trebuie să rezolve succesiv trei tipuri de probleme de căutare creativă;

I. Alegerea sau căutarea celui mai eficient principiu fizic de acţiune pentru cerinţele şi condiţiile concrete date; în acest sens, pentru concepţia unui dinamometru, se poate utiliza principiul măsurării directe a deformaţiilor elastice, a măsurării inductive directe sau diferenţiale, capacitive, tensometrice rezistive, piezoelectrice, pneumatice, hidraulice etc.

II. Căutarea şi determinarea soluţiei tehnice raţionale pentru principiul fizic stabilit, prin structura de ansamblu, prin forma elementelor funcţionale, prin materiale, prin numărul de elemente, prin amplasarea relativă a acestora, prin sensul fluxului energetic etc.

III. Determinarea mărimilor optime ale parametrilor pentru soluţia tehnică definitivată.

Dacă în rezolvarea problemelor de căutare de primul tip, numărul de variante este relativ restrîns, în rezolvarea problemelor de tipul II şi III, acest număr se poate ridica la cifre astronomice.

Invenţiile rezultate din rezolvarea problemelor de tip I sînt invenţii fundamentale - invenţii pilot - în timp ce marea majoritate a invenţiilor brevetate pe plan mondial sînt rezultatul rezolvării problemelor de tip II. Rezolvarea problemelor de tip III poate conduce, de asemenea, la invenţii importante dacă optimizarea are ca rezultat mutaţii calitative de structură sau formă.

A.I. Polovinkin consideră, pe bună dreptate, că un sistem tehnic concret, prin multitudinea soluţiilor posibile, poate fi asemănat cu o „galaxie" cuprinzînd o mulţime de „*arhipelaguri*" (principii fizice bază), care - la rîndul lor - cuprind mulţimi de „*insule*" (soluţii concrete).

Din cifra astronomică de insule, constructorul creator trebuie să aleagă una - cea mai eficientă - de unde rezultă un volum uriaş de muncă în procesele de căutare creativă.

Dar în sistemele tehnice moderne există în structură nu numai o „*insulă*" găsită ca cea mai eficientă - nu numai o singură invenţie - ci o adevărată mulţime de soluţii - invenţii: un autoturism modern are în structură 500 - 700 invenţii în vigoare, iar într-un avion modern se găsesc cîteva mii de invenţii în termenul general de valabilitate de 15 ani.

Dacă o problemă tehnică reprezintă un corp (insulă), un sistem tehnic reprezintă un arhipeleag - constelaţie, iar o categorie de sisteme tehnice reprezintă o galaxie, atunci ansamblul galaxiilor va reprezenta *universul problemelor tehnice* (fig. 1.2).

Întrucît pentru fiecare problemă tehnică pot exista o mulţime de soluţii, universului problemelor tehnice îi va corespunde un *univers mult mai bogat de soluţii tehnice*,

cuprinzînd *mulţimea soluţiilor cunoscute şi mulţimea soluţiilor noi.*

Mulţimea soluţiilor noi cuprinde *o mulţime de soluţii noi incompatibile, divergente, disonante, neutilizabile şi o mulţime de soluţii noi viabile,* dintre care numai o mică parte reprezintă *soluţii viabile, eficiente în momentul istoric-tehnologic dat.*

Atît universul problemelor tehnice, cît şi universul soluţiilor pentru aceste probleme sînt într-o vertiginoasă expansiune. După unele date [7], creşterea numărului sistemelor tehnice şi a complexităţii acestora poate fi sintetizată în următorul tabel (tabelul 1.1).

Tabelul 1.1

Perioada	Cifra convenţională medie a sistemelor tehnice (galaxiilor)	Cifra medie a problemelor tehnice conţinute într-un sistem tehnic (numărul de corpuri)
Cu 100.000 ani în urmă	5	1
Cu 10.000 ani în urmă	50	10
Cu 1.000 ani în urmă	1.000	100
În prezent	50.000	10.000

Dar ansamblul format din universul problemelor tehnice şi cel al soluţiilor tehnice reprezintă un ansamblu dialectic, în care cele două părţi se intercondiţionează: creşterea universului problemelor tehnice duce la o creştere corespunzătoare a celui al soluţiilor tehnice, care - la rîndul său - prin dezvoltare lărgeşte orizontul universului problemelor (fig. 1.2).

Este suficient de subliniat că investigarea critică a soluţiilor cunoscute conduce la formularea logică a criticilor şi deci la formularea logică a unor noi probleme de creaţie tehnică, care îmbogăţesc universul problemelor tehnice de rezolvat.

Dacă la aceasta se adaugă faptul că, la fiecare 10 ani, numărul sistemelor tehnice se dublează, că la fiecare 15 ani se dublează complexitatea produselor, că volumul informaţiei tehnico-ştiinţifice folosibile în inventică se dublează la fiecare 8 ani, iar timpul de elaborare a noilor produse se înjumătăţeşte la fiecare 25 ani [7], rezultă că *volumul necesar al căutărilor creşte în ultimul timp de 10 ori după fiecare 10 ani, în timp ce numărul constructorilor creatori - a inventatorilor de profesie nu creşte decît de cca. 3 ori,* ceea ce determină un însemnat deficit de cadre de constructori-creatori.

Se conturează astfel problema fundamentală a progresului tehnico-ştiinţific contemporan: *creşterea substanţială a productivităţii activităţilor de căutare creatoare a soluţiilor tehnice.*

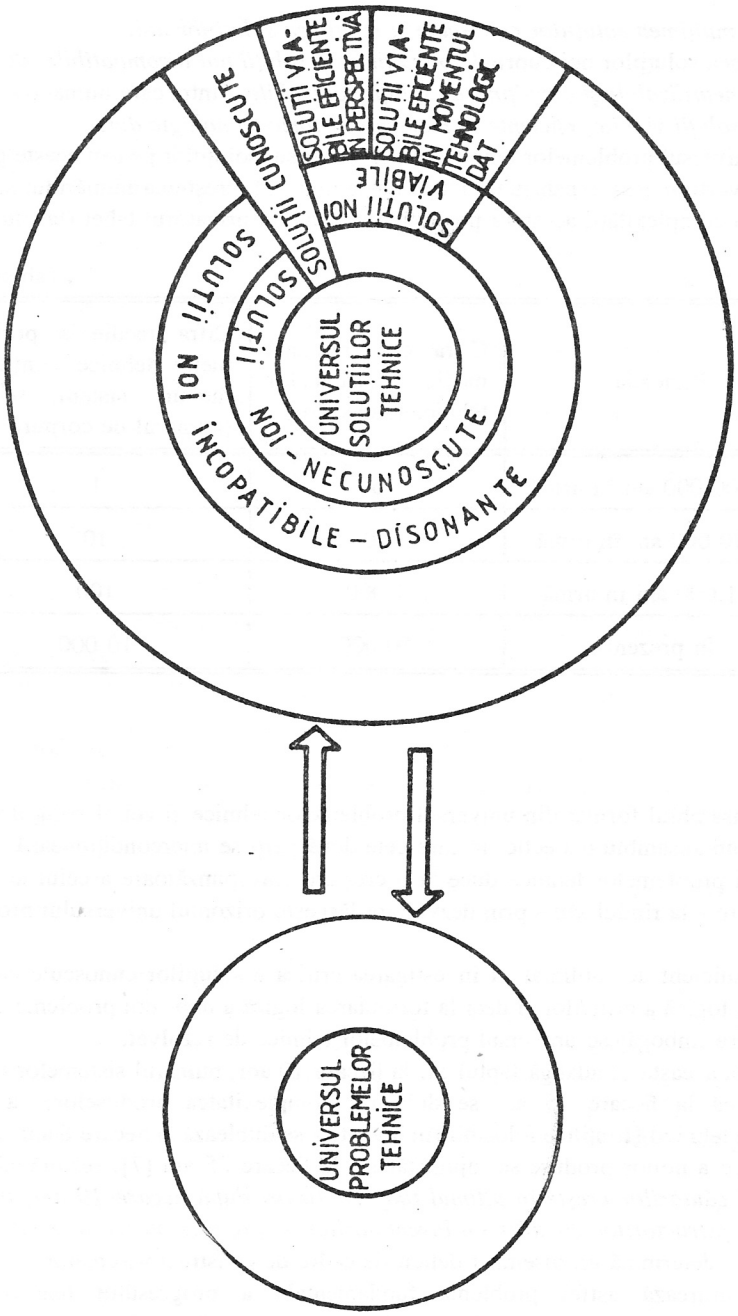

SOLUȚII VIABILE
SOLUȚII VIABILE ÎN MOMENTUL DAT TEHNOLOGIC
SOLUȚII VIABILE EFICIENTE ÎN PERSPECTIVĂ
SOLUȚII CUNOSCUTE
SOLUȚII NOI INCOMPATIBILE – DISONANTE
SOLUȚII NOI – NECUNOSCUTE
UNIVERSUL SOLUȚIILOR TEHNICE
UNIVERSUL PROBLEMELOR TEHNICE

Figura 1.2

Mijloacele principale pentru rezolvarea acestei probleme sînt sintetizate în tabelul 1.2.

Tabelul 1.2

Mijloace pentru creşterea producţiei de soluţii tehnice originale	Prin elaborarea şi dezvoltarea tehnicilor şi metodelor logice-matematice de creaţie. Prin algoritmizarea euristicului şi transferului în cea mai mare măsură a unor părţi a procesului de creaţie tehnică mijloacelor electronice de calcul de înaltă productivitate. Automatizarea căutărilor creative.
	Prin elaborarea şi dezvoltarea tehnicilor şi metodelor psihologice-intuitive de creaţie, care să-l înarmeze pe constructorul creator cu noi mijloace eficiente de colaborare dintre conştient şi subconştient, în vederea intensificării proceselor de incubare şi iluminare
	Prin intensificarea şi perfecţionarea învăţămîntului mediu, universitar şi postuniversitar în direcţia sintezei creative, eliminîndu-se obstacolele de ordin psihologic, gnoseologic şi educaţional
	Prin diminuarea şi eliminarea obstacolelor de ordin tehnico-organizatoric şi psiho-social

Aşa cum rezultă din tabelul 1.2, creşterea producţiei de soluţii tehnice originale, viabile superioare şi eficiente, pe fondul transformării mişcării de creaţie tehnică sub formă de invenţii, dintr-un fenomen cu un pronunţat caracter de elită într-o adevărată mişcare de masă, presupune - în primul rînd - continuarea şi desăvîrşirea procesului de logicizare a creaţiei tehnice, făcînd-o transferabilă calculatoarelor, concomitent cu dezvoltarea psihognoseologiei creaţiei tehnice, în special prin elaborarea unor noi tehnici şi metode intuitive, eficiente, de creaţie, care să organizeze în mai mare măsură şi să eficientizeze colaborarea dintre conştient şi subconştient în procesele individuale de creaţie tehnică.

Trebuie, de asemenea, subliniat faptul că, pentru a realiza invenţii de mare valoare, care să conducă la succese industrial-economice, este necesară o creştere rapidă a numărului de invenţii înregistrate şi brevetate, întrucît *în domeniul creaţiei tehnice nu poate exista calitate fără cantitate.*

În medie, o invenţie de valoare apare odată la 50 de invenţii curente, iar pentru un succes industrial-economic, sînt necesare în medie 5 invenţii de valoare. Cele 30-40 invenţii de valoare ale lui Thomas Edison n-ar fi putut să apară fără celelalte peste 1000 de invenţii curente ale aceluiaşi inventator.

De multe ori, invenţia de valoare este „finalul" unui lanţ de invenţii - a unei scări - în care fiecare treaptă precedentă este imperios necesară.

Se poate menţiona, de exemplu, faptul că „Japan Research Development Corporation" a examinat, în 10 ani, 3000 de brevete preselectate, din care a reţinut nnumai 300, iar dintre acestea numai cca. 100 au condus la superproduse şi la supertehnologii [8].

De altfel, Japonia, cu o producţie anuală de cca. 250.000 invenţii, se situează pe primul loc în lume şi nu întîmplător, produsele japoneze au invadat cu succes piaţa mondială, creînd un excedent anual de devize de peste 100 miliarde de dolari în 1986 pentru Japonia.

Aceste succese se datorează în cea mai mare măsură unei politici de inovare metodică, subordonînd acestui scop întreaga structură a industriei: în 25 ani Japonia a cunoscut trei tipuri de industrii dominante: industria uşoară pînă în 1955, industria grea pînă în 1974 şi industria inteligenţei în ultimii ani. Ani de zile Japonia a importat în primul rînd inteligenţă sub formă de informaţii, brevete şi produse de vîrf; de exemplu, în 1977 schimburile tehnice dintre Jaoponia şi Franţa erau în excedent pentru Franţa cu 20 milioane franci iar în 1978 cu 140 milioane franci, în timp ce deficitul comercial global al Franţei în raport cu Japonia se accentua rapid [8].

Un argument major pentru intensificarea creaţiei tehnice reprezintă concluzia lui Kondratiev [56] că omenirea a ieşit întotdeauna din crizele economice cu ciclul de 50 de ani, în primul rînd, prin activităţi creative.

Actualitatea şi perspe c tivele inventicii

Termenul Inventică a apărut odată cu cunoscuta lucrare cu acest nume editată în Franţa în 1971 de către matematicianul A. Kaufman, unul dintre reprezentanţii de frunte ai combinatoricii moderne [11], în colaborare cu psihologul M. Fustier şi managerul A. Drevet. Folosind metodele şi tehnicile morfologice de căutare, a căror baze, conturate încă de Mendeleev, au fost dezvoltate de F. Zwicy [12], A. Moles şi R. Claude [13], precum şi de propriile lucrări din domeniul combinatoricii, A. Kaufman şi colaboratorii au imprimat inventicii, spre deosebire de lucrările precedente din domeniul psihologiei creaţiei, un pronunţat caracter logic.

Dezvoltînd şi ilustrînd tehnicile de căutare morfologică, cum sînt cercetarea morfologică prin matrici, secvenţial selectivă, ponderată selectivă prin divizare pe submorfologii, prin enumerare ordonată prin avansare aleatorie sau prin asemănare, autorii inventicii au demonstrat, totodată, posibilitatea logicizării procesului creativ în tehnică, a algoritmizării euristicului, a transferării acestuia din domeniul subconştient al gîndirii la cel conştient, făcîndu-l astfel accesibil şi celor ajutaţi mai puţin de inspiraţie, celor la care colaborarea dintre conştient şi subconştient se produce la cote coborîte de eficienţă.

Dar asupra posibilităţii şi necesităţii logicizării proceselor creative s-a pronunţat hotărît şi consecvent, pentru prima dată în lume, în 1938 - 1939 marele gînditor român Ştefan Odobleja în cunoscuta sa lucrare *Psihologia consonantistă* [14].

Cu toate că primele încercări de mecanizare a gîndirii aparţin filozofului şi

logicianului Ramon Lull încă din secolul XIII (cercurile lui Lull) iar caleidoscopul, ca dispozitiv combinatoric-geometric este cunoscut de foarte mult timp, Ştefan Odobleja poate fi considerat ca primul gînditor care a conturat drumul dezvoltării logicii în vederea atingerii obiectivului final, obiectiv deosebit de îndrăzneţ - maşina de inventat.

În ampla sa operă de fizicizare a psihologiei, de dinamizare a acesteia printr-o fundamentare consonantistă-dialectică a fenomenelor şi proceselor, de explicare pe această bază a asocierii, evocării, imaginaţiei şi a întregului proces inventiv, Ştefan Odobleja poate fi considerat în mare măsură şi unul dintre fondatorii ştiinţei şi artei creaţiei tehnice, a noii discipline de graniţă - inventica.

Concepţia dinamică-dialectică a transformării efectului în cauză şi reciproc, consonanţa fiind, în acelaşi timp, cauza şi efectul evocării, îl face pe Ştefan Odobleja să tragă o concluzie de maximă imporanţă practică pentru inventică. „Pentru a crea, trebuie mai ales dezvoltate procesele. În primul rînd, trebuie exercitată consonanţa prin: a clasa, a defini, a traduce, a sintetiza, a rezuma, a transpune, a pastisa, a compara, a pune în paralel, a compila, a consulta, a corobora".

Contribuţii remarcabile la structurarea unei inventici moderne, cu un pronunţat caracter pragmatic - ca o praxiologie a demersului creativ - o are şcoala americană de creatologie tehnică întemeiată de Alex Osborn [16], autorul brainstormingului şi W. Gordon [17], autorul sinecticii şi continuată de H.R. Buhl [18], John R. Dixon [19], Percy M. Hill [20], J.R. Alger şi C.V. Hays [21], cunoscuţi autori de manuale universitare de sinteză creativă în tehnică, precum şi a promotorilor ingineriei valorii L.D. Miles [22] şi L.W. Crum [23] cu care inventica este profund interferată.

„Decizia impusă", ca tehnică de bază a ingineriei valorii, face parte în acelaşi timp din bazele logice ale creaţiei tehnice, asigurînd metodologia analizei critice a stadiului actual al tehnicii şi a formulării temelor de creaţie.

Contribuţii substanţiale la dezvoltarea bazelor logice ale creaţiei tehnice o are şcoala sovietică, începînd cu algoritmul lui S. Altşuler [9] [10] şi încheind cu ampla lucrare privind automatizarea căutărilor creatoare, elaborată sub redacţia lui A.I. Polovinkin [7], a căror rezultate vor fi detaliat prezentate în viitoarele capitole ale lucrării.

De curînd, prin apariţia manualului de „Bazele creaţiei inginereşti" [46], A.I. Polovinkin structurează o eficientă praxiologie a creaţiei tehnice, iar G.S. Altşuler [47] [48] şi colaboratorii [49] [50] elaborează o teorie a rezolvării problemelor de creaţie (TRIZ) şi un algoritm al soluţionării căutărilor creative, considerînd drept obiectiv de bază al acestor procese, *înlăturarea contradicţiilor sistemelor tehnice* (ARIZ).

În dezvoltarea inventicii româneşti contribuţii remarcabile au avut creatologii Al. Roşca [24], Paul Popescu Neveanu [25], Marian Bejat [26] [27], inventologii Ion Moraru care a elaborat bazele psihognoseologice ale creaţiei tehnice [28] şi metoda eurigramelor în investigarea proceselor inventive [29], Mihaela Roco care a elaborat bazele psihosociale ale creaţiei tehnice [30], Ana Stoica autoare a unei importante monografii de psihopedagogia creaţiei [31], Pierre Verone [45], praxiologul demersului creativ în tehnică Cornel Cotor [32] [33], Constantin Brătianu creatorul conceptului de ingineria creativităţii [34], precum şi Cornelia Bîrliba [35].

Contribuţii substanţiale la dezvoltarea logicii proceselor de inventare în tehnică le-a

adus Ştefan Bartzer de la Institutul Politehnic din Timişoara prin seria de articole publicate în revista Forum [53] [54] [55].

Paşi importanţi în dezvoltarea inventicii au fost realizaţi de înşişi inventatorii români grupaţi într-o şcoală de inventică dirijată de comisia de inventică a Academiei Române, care funcţionează la Iaşi din anul 1983. Comisia are menirea de a dezvolta prin membrii săi, creatologi şi inventatori de prestigiu din întreaga ţară, conţinutul ştiinţific al cursurilor de inventică, de a edita manuale de inventică, de a populariza inventica prin conferinţe în întreaga ţară, de a organiza simpozioane naţionale de inventică, de a acorda consultaţii lunare inventatorilor din Iaşi şi din alte localităţi, de-a asigura pregătirea profesorilor de inventică prin cursurile universitare şi postuniversitare, precum şi a profesorilor din învăţământul mediu.

Cursuri scurte de inventică au fost prezentate şi la Universitatea din Braşov, la Politehnica din Timişoara, la Vaslui, la Roman, la cursurile Taberei studenţilor creatori de la Tg. Mureş, la saloanele de invenţii de la Satu Mare şi Bacău.

Membrii Comisiei de inventică au comunicat şi publicat numai în anul 1986, 21 lucrări de inventică, au ţinut 8 conferinţe, au înregistrat 62 invenţii, au obţinut 48 brevete, 2 diplome şi insigne jubiliare pentru cea de a 100-a invenţie înregistrată, o diplomă şi insignă jubiliară pentru cea de-a 75-a invenţie înregistrată, una pentru cea de-a 75-a invenţie brevetată şi două pentru cea de de-a 50-a invenţie brevetată, au expus numai la Salonul invenţiilor de la Iaşi 80 de invenţii, obţinînd 12 premii.

În anul 1987 Comisia de inventică a redactat Metodologia generală pentru elaborarea logică a temelor de creaţie tehnică, în vederea creşterii ponderii superproduselor din industrie, multiplicată şi difuzată întreprinderilor din ţară.

Dar experienţa ieşeană a fost acumulată în special prin cele 15 ediţii ale şcolii postuniversitare de inventică, absolvită de peste 2000 ingineri, ale şcolii studenţeşti de la Institutul Politehnic Iaşi, care a asigurat numai în domeniul sculelor aşchietoare, „calificarea" a peste 500 inventatori din rîndul studenţilor, cu cea mai mare densitate de invenţii studenţeşti din ţară, precum şi o creştere continuă a număruluui de invenţii la nivelul Institutului Politehnic Iaşi, de la 30 înregistrări în 1974, la 230 înregistrări în 1988 cu un înalt grad de viabilitate, 78,7% net superior celui naţional de 61% (şi acesta mult mai ridicat decît nivelul mediu mondial).

Avînd avantajul posibilităţii de investigare a procesului de inventare „din interior", folosind în special metoda postintrospecţiei [28] şi fiind dominaţi de o logică naturală - inginerească, inventatorii români şi-au adus contribuţia în praxiologia creaţiei tehnice prin Aurel Brăgaru [36], autorul primei maşini de sintetizat dispozitive din elemente modulate, în elaborarea unei combinatorici creative specifice în domeniul chimiei, prin Radu Tudose [37] şi Ion Balasanian [38] în elaborarea unei noi metode de creaţie logică în tehnică - metoda obiectului generalizat, ca sinteză dintre diagrama ideilor şi matricea morfologică a ideilor [39], precum şi structurarea după o nouă concepţie de ansamblu a primului curs universitar de inventică [2] [3], predat astăzi la toate secţiile de specializare ale Institutului Politehnic din Iaşi, la Timişoara, la universităţile din Galaţi şi Braşov şi la unele secţii ale institutelor politehnice din Bucureşti şi Cluj.

Astfel de cursuri au în structură următoarele părţi distincte:

1. Bazele psihognoseologice ale inventicii
2. Etapele creaţiei tehnice
3. Tehnicile şi metodele intuitive de creaţie
4. Fluxul proiectării creative
5. Informarea critică asupra stadiului actual al tehnicii şi formularea logică a temelor de creaţie
6. Bazele logice-combinatorice ale inventicii
7. Metodele logice-combinatorice-deductive ale inventicii
8. Analiza inginerească a noilor soluţii
9. Elaborarea descrierilor de invenţii
10. Legislaţia creaţiei tehnice
11. Optimizarea în procesele inventive
12. Analize de cazuri sugestive din domeniu

O astfel de structură corespunde conceptului românesc modern de inventică, ca ştiinţă şi artă polivalentă a parcurgerii optimale a întregului drum de la formularea temei pînă la implementarea industrială a soluţiei originale proprii, ca ştiinţă şi artă a învingerii obstacolelor, ca ştiinţă şi artă a căutării, găsirii şi implementării rezonanţelor tehnice. Acest concept se materializează în mare măsură în recent apărutul *Manual al Inventatorului* [52].

Situată la confluenţa dintre sociologie, psihologie, logică praxiologie, tehnologie, economie, organizare, estetică şi drept industrial, inventica, în aceeaşi măsură ca şi ingineria valorii sau proiectarea creativă, are drept scop fundamental, îmbinarea creatoare a cunoştinţelor polivalente ale inventatorului în condiţii restrictive determinate, a unor soluţii caracterizate prin maxim de funcţional şi minim de costuri.

Prin partea sa de psiho-gnoseo-socio-pedagogie a creaţiei tehnice, inventica este interferată cu creatologia; prin dubla implicare a proceselor de optimizare, inventica este interferată profund cu proiectarea optimală [40], [41]; prin partea sa de bazele logice-combinatorice, cu teoria combinatorie, cu programarea dinamică şi cu logica rezonanţei [44]; prin metodologia formulării logice a temelor de creaţie şi prin analiza inginerească a soluţiilor proprii, cu ingineria valorii, iar în ceea ce priveşte fluxul general al acesteia cu proiectarea creativă [18], [19], [20], [21].

Inventica, în concepţia sa ieşeană, s-a structurat de-a lungul anilor ca o disciplină cu un pronunţat caracter aplicativ, răspunzîndu-se permanent la întrebarea în ce măsură noile cunoştinţe introduse îi servesc în mod real inventatorului, în ce măsură astfel structurată inventica devine o praxiologie pentru inventator.

În prezent, dar şi în perspectiva apropiată, inventica rămîne o ştiinţă şi concomitent, o artă a creaţiei tehnice - ştiinţă în măsura în care procesul creativ este logicizat şi artă, în măsura în care acest proces rămîne încă în sfera conlucrării dintre conştient şi subconştient, a abilităţii alternării gîndirii convergente cu cea divergentă, a algoritmicului cu euristicul, a deducţiei cu inducţia, a analizei cu sinteza, a tehnicilor şi metodelor logice-algoritmice cu cele intuitive.

Linia strategică de dezvoltare a inventicii viitorului este însă cea preconizată şi prevăzută de Ştefan Odobleja: *logicizarea*.

Analiza produsului activităţii inventive în tehnică - a invenţiilor, sub aspectul general, ne-a permis clasificarea acestora în trei categorii (fig. 1.3):

- *invenţii spontane*, realizate ca urmare a iluminării întîmplătoare datorate unor rezonanţe obţinute, de asemenea, întîmplător prin combinatorica subconştientului;
- *invenţii semispontane (stimulate)*, obţinute în urma unor formulări logice a temelor de creaţie, a folosirii tehnicilor şi metodelor intuitive şi a colaborării eficiente dintre conştient şi subconştient, a unor perioade mai lungi sau mai scurte de incubaţie şi a iluminărilor corespunzătoare;
- *invenţii logic-determinate*, obţinute prin tehnici şi metode logice de căutare, fără prezenţa etapelor romantice de incubaţie şi iluminare şi realizîndu-se în exclusivitate prin activitatea conştientă a scoarţei cerebrale.

Întrucît produsul procesului de creaţie tehnică - invenţia - este logic definită prin trei atribute precise - noutate, superioritate şi aplicativitate - şi procesul de inventare este logic - fie că este vorba de o logică cunoscută a conştientului, fie că este vorba de o logică complexă, necunoscută a subconştientului, inabordabil încă instrumental-experimental.

Pe de altă parte, ponderea invenţiilor stimulate şi în special a celor logic-determinate este într-o creştere vertiginoasă în dauna invenţiilor spontane, fapt relevat şi prin experimentarea în ultimii ani la Catedra de maşini - unelte şi scule a Institutului Politehnic din Iaşi a metodelor şi tehnicilor logice de creaţie, inclusiv a noii metode elaborate aici - „*metoda obiectului generalizat*".

Importanţa imaginilor din logica naturală preconizată de Ştefan Odobleja şi în general a geometrizării şi vizualizării îşi are aplicaţii în principalele metode logice de creaţie, cum sînt metoda diagramelor de idei şi metoda obiectului generalizat, fiind strîns corelate atît cu „Triunghiul gîndirii tehnice" a lui Kudreavţev (noţiune - imagine - acţiune) [44] cît şi cu „pătratul euremelor" lui Ion Moraru (euremele ideativ-perceptivă şi de obiectualizare a imaginilor).

Dar şi calea de dezvoltare a logicii naturale, de la logica geometrică la cea cinematică, apoi la cea dinamică, iar de aici la mecanica gîndirii, sugerează şi jalonează căile de dezvoltare a inventicii, de la căutarea rezonanţelor algebrice, la căutarea rezonanţelor geometrice, de aici la căutarea rezonanţelor funcţionale (statice, cinematice, dinamice, fizice, chimice, biomecanice-ergonomice etc.) şi final la căutarea rezonanţelor tehnologice.

Găsirea algoritmilor corespunzătoari reprezintă o sarcină a inventicii, iar aplicarea acestora în practica sintezei maşinilor de inventat, aparţine constructorilor de maşini electronice de calcul ale căror posibilităţi actuale se rezumă la găsirea rezonanţelor geometrice şi parţial cinematice şi dinamice.

Maşinile de inventat vor trebui să evolueze de la recunoaşterea geometrică a imaginilor, la recunoaşterea funcţională de conţinut a acestora la definirea, enumerarea şi cuantificarea atributelor constructiv-funcţional-tehnologice, la stabilirea gradului de consonanţă a asamblării, a imaginii globale cu obiectivul creaţiei şi a gradului de complementaritate a elementelor constituente. Este o cale lungă şi dificilă, dar care apreciem că poate fi parcursă în următorii ani, atît în inventică, cît şi de maşinile electronice de calcul, care să se transforme în adevărate maşini de inventat - visul de o

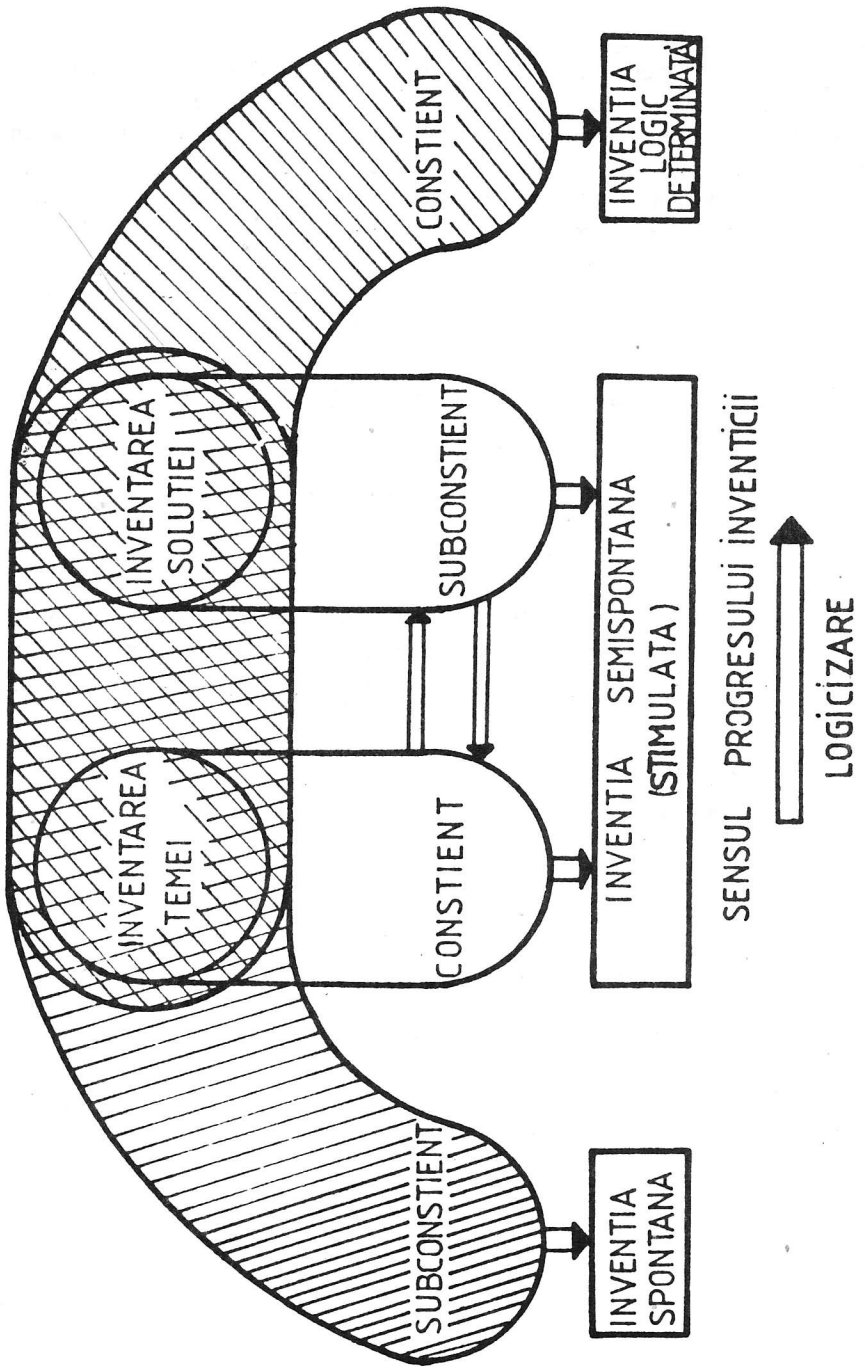

SUBCONSTIENT
CONSTIENT
CONSTIENT
INVENTAREA TEMEI
INVENTAREA SOLUTIEI
SUBCONSTIENT
INVENTIA SPONTANA
INVENTIA SEMISPONTANA (STIMULATA)
INVENTIA LOGIC DETERMINATĂ
SENSUL PROGRESULUI ÎNVENTICII
LOGICIZARE

Figura 1.3

viaţă a lui Ştefan Odobleja.

Dar progresul inventicii, ca ştiinţă de confluenţă, ca inter-ştiinţă, nu poate fi conceput numai ca un proces de dezvoltare intern fără dezvoltarea ştiinţelor cu care aceasta este interferată, cum sînt creatologia, psihologia tehnică, programarea dinamică, ingineria valorii, logica, tehnica de calcul sau chiar neurofiziologia.

Paralel cu dezvoltarea tehnicilor şi metodelor logice de creaţie, se vor dezvolta în continuare şi tehnicile şi metodele intuitive, stimulatoare a posibilităţilor uriaşe ale subconştientului în euristică.

Se poate considera că, nu peste mult timp, omul de ştiinţă va putea să investigheze instrumental subconştientul, ceea ce va conduce la cunoaşterea completă a legilor activităţii combinatorice-creative ale acestuia, pentru ca într-o etapă următoare, să ajungă să-l programeze, să-l organizeze şi să-l conducă prin activitatea conştientă, în vederea sporirii eficienţei cereative de ansamblu; şi aceasta va creşte de mii de ori faţă de posibilităţile aleatorii-necontrolate ale subconştientului omului contemporan.

Dar prin aceasta, devine posibilă modelarea subconştientului uman şi transferarea sa către maşină, în vederea înarmării acesteia cu un subconştient logicizat şi poate chiar cu circuite emoţionale; visul lui Odobleja va fi integral îndeplinit: se va naşte maşina de inventat.

Un important rol în realizarea acerstui obiectiv îl va juca „Societatea inventatorilor din România" (SIR) şi „Centrul de Informare, Inventică şi Implementare Industrială a Invenţiilor", ambele instituţii avînd sediul central la Iaşi şi filiale în marile oraşe ale României.

BIBLIOGRAFIE

1. Belous V. - *Inventica - factor de bază în sporirea fondului naţional de creaţie tehnică, în accelerarea progresului ştiinţific şi tehnologic*. Lucrările primului Simpozion de Inventică, Iaşi, 1984, pp. 5-15.
2. Belous V. - *Inventica. Bazele creaţiei tehnice şi ale protecţiei industriale*, vol. I, I.P. Iaşi, 1984.
3. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica*, Ed. Junimea, Iaşi, 1986.
4. De Schietere J.C., Turcotte P.R. - *La dynamique de la créativité dans l'entreprise*. Les Press de l'Université de Montreal. Entreprise Dunod. Imprimerie Aubin 86240 Ligugé, 1977.
5. Guilford J.P. - *La creativité*. În vol. *La créativité: recherches americains, présenteés par Alain Beaudot*. Dunod Paris, 1973.
6. Chenevier Jean - *Innover pour survivre. Science et vie. L'invention et l'inovation*. Numero hors series trimestrial. Dec. 1980, pp. 42-45.
7. Polovinkin A.I. - *Avtomatizaţia poiskovogo konstruirovania (isskustvennîi intelect v maşinom proiectirovanii)*. Moskva, Radio i sveazi, 1981.
8. Angout Jaques - *Le Japan Mise sur les industries de „l'intelligence"*, Science et vie Numero hors series trimestriel. Dec. 1980, pp. 46-54.
9. Altşuler G.S. - *Algoritm izobretania*, Moscovskii rabocii, 1973.
10. Altşuler G.S. - *Tvorcestvo kak tocinaia nauka*. Sov. Radio 1979.
11. Kaufman A., Fustier M., Drevet A. - *L'inventique*. Intreprise moderne d'édition, Paris, 1971.

12. Zwicky F. - *Discovery. Inventions. Research through Morphological Approach*. Ed. Mc. Milan, 1969.
13. Moles A., Claude R. - *Creativité et methodes d'invention*. Ed. Fayard Marne, 1970.
14. Odobleja Ştefan - *Psychologie consonantiste*, vol. I, 1938, vol.II, 1939, Librairie Maloin-Paris.
15. Drăgănescu Mihai, Golu Pantelimon - *Conceptele cibernetice ale lui Ştefan Odobleja. Studiu introductiv la ediţia românească a Psihologiei consonantiste. Psihologia consonantistă*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1982, pp. 5-43.
16. Osborn Alex - *Aplied Imagination*. Charles Scribner's Sons, New York, 1957. Traducere în limba franceză. Ed. Dunod Paris, 1971.
17. Gordon W.I.I. - *Synectics*. Harper and Brothers. New York, 1961.
18. Buhl H.R. - *Creative Engineering Design*. Ames Iowa. The Iowa State University, Press 1960.
19. Dixon R. John - *Design Engineering. Inventivenes, Analysis and Decision Making*. Mc.Graw Hill Book 1966. Traducere în l. rusă, Mir, Moskva, 1969.
20. Hill H. Percy - *The Science of Engineering Design*. Holt Rinehart and Winston Inc. New York 1970. Traducere în l. rusă Mir, Moskva, 1973.
21. Alger J.R.M., Hays C.C. - *Creative Synthesis in Design*. Englevood New Jersey, Prentice Hall, 1964.
22. Miles L.D. - *L'Analyse de la valeur*. Paris. Dunod, 1966.
23. Krum L.W. - *Ingineria valorii*. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1976 (traducere din l. engleză).
24. Roşca Al. - *Creativitatea generală şi specifică*. Ed. Academiei, Bucureşti, 1982.
25. Popescu-Neveanu Paul - *Evoluţia conceptului psihologic de creativitate*. Analele Universităţii Bucureşti, anul XX-1971.
26. Bejat M. - *Factorii creativităţii*. Vol. *Creativitate*. Centrul de informare şi documentare în ştiinţe sociale şi politice, Bucureşti, 1973.
27. Bejat M. - *Factorii de stil cognitiv şi aptitudini intelectuale care implementează creativitatea ştiinţifică*. Revista de Psihologie Tom XXI, 1975.
28. Moraru Ion - *Un model epistemologic - psihologic al creativităţii tehnice*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1980.
29. Moraru Ion - *Analiza euristică şi epistemologică asupra procesului de elaborare a teoriei sonicităţii*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1986, pp. 77-85.
30. Roco-Mihaela - *Creativitatea individuală şi de grup*. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1979.
31. Stoica Ana - *Creativitatea elevilor. Posibilităţi de cunoaştere şi educare*. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1983.
32. Cotor Cornel - *Posibilităţi de algoritmizare a actului de creaţie şi a activităţii de concepţie*. Lucrările primului Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1984, pp. 130-133.
33. Cotor Cornel - *Program pentru stimularea atitudinilor creative la personalul de concepţie din construcţii*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1986, pp. 108-111.
34. Brătianu C. - *Ingineria creativităţii*. Ibid, pp. 23-38.
35. Bîrliba Cornelia - *Informaţie şi competenţă*, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1986.
36. Brăgaru Aurel - *Asupra conceptului de noutate în gîndirea şi acţiunea specialistului creativ în domeniul tehnic*. Lucrările Simpozionului naţional de creatologie, Buşteni, 1985, pp. 148-156.
37. Tudose Radu - *Creativitatea în ingineria chimică*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1986, pp. 199-204.
38. Balasanian Ion, Olar Tatiana - *Folosirea metodelor logice de creaţie tehnică la sinteza schemelor chimico-tehnologice*. Ibid. pp. 166-171.

39. Belous V., Severineu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică*. Lucrările sesiunii Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini, vol. Maşini-unelte, scule dispozitive, I. P. Iaşi 1980.
40. Belous V. - *Polivalenţa şi interferenţele inventicii T. C. M. M.* vol. I, 1986, Ed. Tehnică, Bucureşti, pp. 300-320.
41. Belous V. - *Interferenţele inventicii: inventica şi teoria optimizării*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică. Iaşi, 1986, pp. 162-165.
42. Belous V. - *Interferenţele inventicii (inventica-psihologia consonantistă-logica rezonanţei)* Ibid. pp. 64-70.
43. Odobleja Şt. - *Introducere în logica rezonanţei*. Scrisul Românesc, Craiova, 1984.
44. Kudreavţev T.V. - *Psihologia gîndirii tehnice*. Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1970.
45. Verone Pierre - *Inventica*. Editura Albatros, 1983.
46. Polovinkin A.I. - *Osnovî injinernovo tvorcestva*, Ed. Maşinostroenie. Moskva. 1988.
47. Alţşuler G.S. şi alţii - *Krîlia dlea Icara*. Ed. Karelia Petrozavodsk, 1980.
48. Alţşuler G.S., Zlotin B.L., Zusmna A.V. şi Filatov V.I. - *Poisk novîh idei: ot ozarenia k tehnologhii*. Ed. Cartea Moldovenească, 1989, Chişinău.
49. Seliuţkii A.B. - *Niti v labirinte*. Ed. Karelia Petrozovodsk, 1988.
50. Zlotin B.L. şi Zusman A.V. - *Izobretateli prişel na urok*. Lumina Chişinău 1990.
51. Dvoreankin A.M., Polovinkin A.I. şi Sobolev A.P. - *Metodî sinteza tehniceskih reşenii*. Ed. Nauka. Moskva, 1977.
52. Belous V. - *Manualul inventatorului (Sinteza creativă în tehnică)*. Editura Tehnică Bucureşti, 1990.
53. Bartzer Şt. - *Tendinţe moderne în abordarea problemelor de creaţie tehnică*. Rev. Forum 3/1990.
54. Bartzer Şt. - *Formarea profilului multilateral al specialistului inventator*. Rev. Forum 3/1990.
55. Bartzer Şt. - *Formarea de specialişti competenţi în domeniul cercetării, proiectării creative şi inovării*. Rev. Forum 10/1989.
56. Brian C. Twiss - *Business for engineers*, Peter Peregrinus Ltd., London, 1991

CAPITOLUL 2

INVENTATORUL - FIGURĂ CENTRALĂ A REVOLUŢIEI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE CONTEMPORANE

Creşterea globală a bunăstării societăţii umane, a nivelului mediu de viaţă - a calităţii vieţii - se datorează în primul rînd eficientizării acţiunii omului, mediată de creşterea continuă a productivităţii şi economicităţii. Dar această creştere presupune realizarea de noi mijloace de producţie - maşini de lucru, scule, dispozitive, tehnologii şi utilaje - un arsenal care se dezvoltă şi se acumulează prin contribuţia, în primul rînd, a creatorilor de tehnică - a inventatorilor.

De aceea, în centrul politicii industrial-economice a ţărilor în tranziţie spre economia de piaţă se pune un deosebit accent pe eficientizare.

În acest scop trebuie aplicate în practică cunoştinţele moderne, nu numai din domeniul ştiinţelor tehnice şi economice, ci şi a unor noi discipline ştiinţifice, cum sînt: axiologia (ştiinţa generală a valorii), praxiologia (ştiinţa generală a eficientizării acţiunilor umane „ştiinţa lucrului bine făcut" [3], [4], ingineria valorii (ştiinţa realizării de maxim funcţional cu minim de costuri [5], inventica (ştiinţa şi arta creaţiei tehnice [6], [7] sau proiectarea optimală (ştiinţa maximizării atributelor pozitive şi minimizării atributelor negative ale produselor şi tehnologiilor) [8].

Însuşirea şi aplicarea în activitatea profesională personală a acestor discipline îi permit omului societăţii moderne parcurgerea anevoisului drum de la înţelegerea şi acumularea de cunoştinţe, la folosirea eficientă-creativă a acestora în practică, de la cunoaşterea, reproducerea şi conducerea tehnicii - la crearea unei tehnici noi, de la inteligenţă comprehensivă-cumulativ-reproductivă, la o adevărată inteligenţă creativă şi prin acesta la o creştere generală a eficienţei activităţii tehnico-economice a societăţii.

În U.R.S.S. politica de eficientizare industrial-economică se manifestă printr-o strategie generală de accelerare prin restructurarea materială şi intelectuală a întregii societăţi sovietice.

În ţările capitaliste dezvoltate industrial au apărut organisme de stat care să stimuleze creaţia tehnică autohtonă şi pe cei care o realizează - pe inventatori. În Franţa, încă în 1967 a apărut Agenţia naţională pentru valorificarea cercetării (ANVAR), care în primii 10 ani a determinat semnarea a 982 contracte de licenţă avînd ca beneficiari 700 întreprinderi; numai în 1977 ANVAR a examinat 2241 invenţii, reţinînd 760 şi asigurînd semnarea a 132 de contracte de exploatare [9].

În Japonia, funcţionează o corporaţie particulară cunoscută „Nipon Entreprise

Development", fondată în 1972 şi o unitate de stat „Japan Research Development Corporation" avînd ca obiectiv principal promovarea creaţiei tehnice a inventatorilor japonezi [10].

În S.U.A., de mulţi ani, funcţionează EIRD „Institutele interdependente de cercetare şi dezvoltare" din care face parte şi renumitul institut Battelle, specializat în proiecte, cercetări şi dezvoltări la comandă, de la concepţie de produse şi tehnologii noi pînă la studii de marketing, reprezentînd un adevărat institut de inventică.

Aceste măsuri nu sînt deloc întîmplătoare: secole întregi inventatorul a fost considerat ca o fiinţă bizară, care crează lucruri pe care nimeni nu le cere, un om care nu se mulţumeşte cu ipoteze teoretice şi demonstraţii, ci depune toate eforturile pentru a proba că el are dreptate prin şi în practică. Din această cauză inventatorul este mare şi din această cauză el produce o oarecare teamă. Aşa cum arată Thierry Gaudin [11], director adjunct al Compartimentului francez de inovare şi tehnologie „inovatorul este acela care ajunge să-şi probeze ideile înscriindu-le în realitate, dar lumea nu cere schimbare ci numai perpetuare. De aici paradoxul inovatorului: el aduce un progres pe care nimeni nu-l cere".

Se poate considera de aceea că, în ansamblu, societatea, în lunga sa istorie, a dat dovadă de ingratitudine faţă de aceşti oameni de excepţie care sînt inventatorii. Cum ar fi arătat societatea contemporană dacă marele inventator necunoscut n-ar fi realizat ca un adevărat Prometeu, prima aprindere prin frecare sau prima aprindere prin scînteie, dacă un alt inventator necunoscut n-ar fi conceput roata ca mijloc de deplasare şi apoi ca mijloc de transmisie a cuplului şi mişcării, dacă arhitectul roman Vitruvius n-ar fi inventat turbina hidraulică încă în anul -100, dacă Guttenberg n-ar fi inventat tiparul în 1440, Denis Papin maşina de vapori în 1695, Trevithrich - locomotiva cu vapori în 1803, Faraday - motorul electric în 1822, Niepce - fotografia în 1826, Thimonier - maşina de cusut în 1830, Morse - telegraful în 1843, Edison - lampa incandescentă şi fonograful în 1878, Wright - avionul în 1903, H. Coandă - motorul cu reacţie în 1910, constructorul Korolev - primul Sputnik în 1957 etc.

Majoritatea celor care au studiat apariţia şi evoluţia omului, l-au denumit pe acesta, pe bună dreptate, spre a-l diferenţia de antropoizi, „homo sapiens" - omul înţelept - iar apoi, abordînd problema sub aspect sociologic-tehnologic, „homo-faber" - omul făuritor de bunuri. După părerea autorului acestui manual, omul înainte de a fi „homo-faber" a trebuit să aibă uneltele cu care să producă; ori uneltele trebuiau dintîi *concepute* şi apoi *realizate fizic*. De aceea omul, chiar la începuturile edificării sale ca atare, a fost un inventator, care a inventat în primul rînd uneltele de silex, pe care apoi le-a desăvîrşit, transformîndu-le în adevărate scule pentru aşchiere a lemnului sau a osului, precum şi ca armă de luptă şi de vînătoare.

Omul cu adevărat inteligent este acela care *înţelege*, *acumulează*, *aplică* şi *elaborează cunoştinţe*, după cum un adevărat inginer, *cunoaşte*, *aplică*, *conduce* şi *produce tehnică*.

Societatea modernă se convinge din ce în ce mai mult că nivelul mediu de trai şi calitatea vieţii depind în cea mai mare măsură de eficientizarea utilizării resurselor creative ale membrilor săi în toate domeniile, că la acest sfîrşit de secol resursele *inepuizabile* ale materiei cenuşii au devenit mult mai importante decît resursele naturale - *limitate* şi *epuizabile*. În aceste condiţii, inventatorul devine o figură centrală a

progresului tehnic, superprodusele şi supertehnologiile avînd în structură în mod obligatoriu noi invenţii. Societatea nu poate lăsa la voia întîmplării activitatea creatorilor individuali şi nu se poate mulţumi cu caracterul de elită a acestei activităţi, depunînd eforturi susţinute pentru transformarea sa într-o adevărată mişcare de masă. Rolul principal în realizarea acestui deziderat îl au consiliile naţionale pentru ştiinţă şi tehnologie, oficiile naţionale pentru invenţii şi mărci, întreprinderile industriale, unităţile de învăţămînt, iar modalitatea principală - încurajarea inventatorilor prin legislaţie şi prin eliminarea obstacolelor psihologice, gnoseologice, educaţionale, tehnico-organizatorice şi psihosociale, prin organizarea unui învăţămînt elementar, mediu şi superior cu un pronunţat caracter creativ. Eliminării obstacolelor gnoseologice, psihologice şi educaţionale îi este consacrat şi acest manual care îl înarmează pe cititor cu cunoştinţe care să-l transforme dintr-un analizor de soluţii tehnice (aşa cum este în general format în cadrul învăţămîntului contemporan) într-un adevărat sintetizor de soluţii noi - superioare, viabile, eficiente.

Inventatorul, creativitatea tehnică şi procesul de creaţie tehnică au fost şi trebuie studiate în continuare în vederea eficientizării înseşi a proceselor creative şi a activităţilor concrete ale inventatorilor de profesie.

Creativitatea tehnică, aşa cum arată Ion Moraru [12], poate fi studiată sub aspect psihologic pe două căi de bază: prin experiment de către psihologii de profesie şi prin introspecţie-dedublare de către înşişi creatorii de tehnică.

În prima metodă, bazată pe observaţii şi măsurători concrete pe teste, rezultatele poartă girul practicii, dar în acelaşi timp, *experimentul de laborator*, ca urmare a izolării de mediul natural şi fracţionării, produce modificări substanţiale ale procesului, ca urmare a modificărilor din sfera gîndirii logice, afective şi tehnologice, în timp ce experimentul natural este greu de realizat, ca urmare a greutăţilor de provocare şi măsurare a procesului de creaţie. De asemenea, izolarea din sistem a unor anumite funcţii psihice produce distorsionarea parametrilor măsurabili, iar rezultatele sînt limitate, ca urmare a caracterului subiectiv-unic al actului de creaţie; rezultate mai generale nu se pot obţine decît pe cale statistică.

Dimpotrivă, *introspecţia-dedublarea*, permite abordarea globală-sistematică-personală a procesului creativ; permite explorarea zonelor profunde ale psihicului uman, singura modalitate de dezvăluire a mecanismelor complexe ale creaţiei tehnice. Permite cunoaşterea de sine - condiţie esenţială pentru educarea şi autoeducarea creativităţii.

Dezavantajele metodei constau în faptul că, pe de o parte, dedublarea presupune o gîndire asupra gîndirii (gîndire la ordinul II) şi - prin forţa lucrurilor - o diluare atît a procesului de creaţie cît şi a autoobservaţiei, distorsionînd rezultatele cercetării, iar că pe de altă parte, cealaltă modalitate, dedublarea decalată în timp sau introspecţia amînată, cu toate că nu afectează cu nimic intensitatea şi structura procesului de creaţie, nu permite, de regulă, reconstituirea finală globală a acestuia.

Luînd în consideraţie avantajele şi limitele celor două metode de bază în investigarea creativităţii tehnice, considerăm că pe calea lungă spre o inventică reală, ştiinţifică, practică, trebuie folosite ambele metode, inventatorul constituindu-se în obiect al cercetării psihologilor de profesie şi, în acelaşi timp, în cercetător al propriului său proces creativ.

Se poate astfel distinge şi o a III-a metodă de investigare, *metoda combinată*, practicabilă în cadrul grupelor de creaţie tehnică, de către conducătorul grupului, care combină experimentul natural (prezenţa sa nefiind de data aceasta inhibitorie pentru membrii grupului), cu introspecţia. O astfel de metodă poate fi aplicată eficient în special la grupele de creaţie constituite cu studenţii anilor superiori din învăţămîntul tehnic, fiind experimentată la Catedra de maşini-unelte şi scule a Politehnicii ieşene de către autorul prezentei lucrări. Evident că, în acest scop, proiectanţii creatori trebuie să devină şi profunzi psihologi.

Dar postintrospecţia realizată de către inventatori este deosebit de utilă în studiul proceselor creative în tehnică prin noua metodă elaborată de Ion Moraru - *metoda eurigramelor* [12], [13], [14]. Această metodă permite analizarea activităţii de realizare a unei descoperiri ştiinţifice sau invenţii tehnice, relativ cronologic, cu paşi mici, dintr-o perspectivă determinată, care evidenţiază cum anume unele momente şi evenimnente ştiinţifice care preced, determină momente şi evenimente ştiinţifice care succed, prin descompunerea procesului euristic global în acte de creaţie şi refacerea sintetică şi explicită, evidenţiind relaţiile subtile şi complexe dintre părţi şi dintre acestea şi întreg. Se surprinde, astfel, cum anume se exteriorizează fenomenele de creativitate în evenimente de creaţie. Pornindu-se apoi invers, de la exterior la interior, se reconstituie mecanismele psihice ale creativităţii, funcţionalitatea euremelor, activitatea cerebrală a creatorului. Eurema este structurată printr-o succesiune de secvenţe ale procesului euristic, reprezentate grafic, ordonate spaţio-temporal şi logic, avînd o funcţie metodologic-explicativă coerentă, relativ riguroasă şi controlată, asupra procesului de creaţie. Scopul de bază al metodei îl constituie evidenţierea unor constante repetabile ale activităţii de creaţie, dincolo de unele particularităţi variabile care ţin de personalitate, ceea ce presupune studii statistice, care nu pot fi realizate decît cu aportul nemijlocit al inventatorilor, care îşi analizează multilateral propriile lor procese creative. Din păcate, puţini creatori sînt dispuşi să-şi analizeze procesele euristice, iar dintre aceştia un număr şi mai restrîns sînt dispuşi să le facă publice.

Mulţi inventatori prolifici şi eficienţi îşi structurează un mod propriu de acţiune în demersurile lor creative, elaborează planuri operaţionale care conturează o strategie şi tactică particulară de eficientizare a proiectelor creative, conturîndu-şi o *inventică proprie*. Cu tot caracterul limitat şi particular al unor astfel de inventici, ele pot contribui substanţial la structurarea unei inventici generale-ştiinţifice. Inventica generală se îmbogăţeşte în felul acesta, iar inventicile particulare, raportîndu-se permanent la metodologiile generale ale demersului creativ, se îmbogăţesc la rîndul lor şi devin mai eficiente. *Inventatorul trebuie să fie beneficiarul inventicii, dar în acelaşi timp şi coautor la o inventică generală, ştiinţifică, eficientă*, în curs de restructurare şi scientizare. Pentru realizarea acestui deziderat, comisia de inventică a Academiei României depune toate eforturile, prin structura sa specifică, formată din inventologi şi inventatori de prestigiu din domenii variate ale tehnicii, care-şi comunică rezultatele cercetărilor asupra propriilor procese creative specifice, în cadrul simpozioanelor naţionale de inventică de la Iaşi, şi a celor de creatologie de la Buşteni, ale căror rezultate principale vor fi prezentate în capitolele care urmează.

BIBLIOGRAFIE

1. *** - *Inventatorul şi progresul societăţii româneşti libere*. Revista de inventică nr.1 1990 pp. 1-2.
2. Postelnicu Gh. - *Creşterea economică intensivă*. Ed. Politică, Bucureşti 1986.
3. Kotarbinski Tadeus - *Tratat despre lucrul bine făcut*. Ed. Politică, Bucureşti, 1986.
4. Mureşan Valentin - *Valorile şi criteriile eficienţei*. Ed. Politică, Bucureşti, 1986.
5. Crum L.W. - *Ingineria valorii*, B.T. Bucureşti, 1976. Traducere din limba engleză.
6. Belous V. - *Inventica. Bazele creaţiei tehnice în construcţia de maşini*, vol.I, Rotaprint, I.P.Iaşi, 1984.
7. Belous V. - *Creaţie tehnică în construcţia de maşini. Inventica*. Ed. Junimea, Iaşi, 1986.
8. Wilde I.Douglas - *Globally optimal Design*. A Willey - Interscience Publication. John-Willey and Sons. New-York, 1978. Traducere în limba rusă, Ed. Mir Moskva, 1981.
9. Bouvier Vincent - *L'ANVAR, jardinier de l'inovation. L'Invention et l'Inovation*. Numero hors series trimestrial. Numero hors series trimestrial. Science et vie 1980, pp. 76-81.
10. Angout Jaques - *Le Japon mise sur les industries de l'inteligence*. Ibid. pp. 46-54.
11. Gaudin Thiery - *Le paradoxe de l'inovateur*. Ibid. pp. 6-13.
12. Moraru Ion - *Un model epistemologic-psihologic al creativităţii tehnice*. Ed. Ştiinţifică şi Encicolpedică, 1980.
13. Moraru Ion - *Analiza euristică şi epistemologică asupra procesului de elaborare al teoriei sonicităţii*. Lucrările celui de al II-lea simpozion naţional de Inventică, Iaşi, 1986, pp. 77-85.
14. Moraru Ion, Dumitriu Daniela - *Aspecte ale cercetării şi creaţiei ştiinţifice-tehnice prin metoda eurigramelor*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion de Inventică, Iaşi, 1986, pp. 85-88.

CAPITOLUL 3

BAZELE PRAXIOLOGICE ALE CREAŢIEI TEHNICE

Inventica sau sinteza creativă în tehnică are drept scop de bază înarmarea inventatorului cu un sistem de tehnici şi metodologii şi cu o strategie generală pentru parcurgerea optimală, învingînd obstacolele, a întregului drum - de la informarea şi sinteza critică a informaţiilor asupra stadiului actual al tehnicii, la formularea temei de creaţie, la căutarea şi găsirea soluţiei optime viabile, la analiza critică inginerească a acesteia, la proiectarea, experimentarea şi optimizarea de detaliu, iar de aici, la implementarea industrială eficientă - şi prin aceasta, se constituie ca o *praxiologie a demersului creativ şi a implementării industriale a rezultatelor acestuia*. Pe de altă parte, în prezent, procesul de creaţie în tehnică - inventarea - este totdeauna un dublu proces: *inventarea temei*, pornind de la depistarea lipsurilor stadiului actual al tehnicii şi *definirea pe această bază a performanţelor* produsului sau a tehnologiei căutate şi apoi *inventarea soluţiei care asigură aceste performanţe* [1].

De aceea studiul şi dezvoltarea inventicii nu poate fi desprins de dezvoltarea a două discipline filosofice-logice, cum sînt *axiologia - ştiinţa definirii valorii, deci şi a performanţei* şi *praxiologia - ştiinţa eficientizării acţiunii umane, deci şi a acţiunilor în vederea obţinerii performanţelor tehnico-economice.*

3.1. Praxiologia şi inventica

Termenul de praxiologie a apărut ca urmare a reflectării îndelungate a oamenilor asupra eficienţei acţiunilor şi aparţine logicianului francez Alfred D'Espinas, care a publicat în 1890 în *Revue Philosophique de la France et de l'Europe*, articolul „Les origines de la technologie" concepînd sub termenul de praxiologie - ştiinţa despre formele şi principiile cele mai generale de acţiune în universul fiinţelor vii - denumind-o pentru mediul uman *„tehnologie generală"* [2]. Contribuţii substanţiale în acest domeniu le-au avut şi Eugeniusz Slucki, care concepe praxiologia ca o *teorie generală a acţiunii teleologice* şi A. Bogdanov, care în lucrarea sa fundamentală „Tectologie" apărută în 1922 la Moscova emite o serie de teze de mare valoare, cum sînt: ori de cîte ori se măreşte eficienţa unei acţiuni, intervine un act de organizare; se recomandă crearea şi conservarea unor structuri cu părţi egal de rezistente, în cazul în care întregul este ameninţat din afară şi a unor structuri cu o concentrare posibilă de forţe proprii într-o anumită parte, în cazul în care acţiunea întregului este îndreptată spre exterior [2].

Nu pot fi, în acest sens, trecute cu vederea nici lucrările celor care au avut cele mai mari contribuţii în domeniul organizării muncii şi tehnologiei, cum sînt Fred Taylor şi H. Fayol.

Contribuţia cea mai substanţială la elaborarea unei *gramatici a acţiunii*, a unei *teorii generale a lucrului bine făcut*, aparţine cunoscutului filosof-logician polonez Tadeusz Kotarbinski, autorul „Tratatului despre lucrul bine făcut" [3], care concepe praxiologia ca o disciplină fundamentală, anterioară economiei sau organizării producţiei, ocupîndu-se de *condiţiile de raţionalitate a acţiunii umane în general* [4]. Cercetările şcolii poloneze de praxiologie au fost completate şi întregite prin elaborarea de către filosoful şi logicianul finlandez Georg Henrik Von Wright a metodologiei formale în domeniu, în cunoscuta sa lucrare „Eseu de logică deontică şi teoria generală a acţiunii" publicată în 1968 [5].

Realizările pe plan mondial în domeniul praxiologiei generale şi ale celei formale, întregite de cunoscute lucrări româneşti aparţinînd lui Cornel Popa [6], [7], [8], Ion Tudosescu [9], [10] şi altor logicieni, sînt sintetizate într-o valoroasă monografie [4] aparţinînd lui Valentin Mureşan, care - împreună cu tratatul lui Tadeusz Kotarbinski - constituie materialul de bază recomandabil inventatorilor şi inventologilor pentru aprofundarea aspectelor praxiologice ale inventicii.

După cum a rezultat din cele expuse anterior, praxiologia este ştiinţa eficientizării acţiunii umane, ştiinţa lucrului bine făcut, ştiinţa profesionistului - a omului care-şi împinge acţiunile pînă la obţinerea performanţelor înalte.

După Tadeusz Kotarbinski, scopurile de căpetenie ale praxiologiei sînt:

- construirea şi fundamentarea unor norme generale de eficienţă a unui sistem de recomandări şi de contraindicaţii în ceea ce priveşte realizarea unor acţiuni eficiente;
- aprofundarea dinamicii progresului actelor practice umane;
- descrierea analitică a elementelor acţiunii şi a celor mai felurite forme ale acesteia, prin elemente ale acţiunii înţelegîndu-se subiecţii care acţionează, materialele, mijloacele, metodele, scopurile, produsele etc.

Praxiologia presupune dezvoltarea unor categorii specifice, cum sînt cele de *act elementar, autor, impuls intenţionat, operă, produs, unelte şi încăperi, mijloace şi metode, posibilitatea acţiunii, actul complex, valorile practice ale acţiunii, economizarea acţiunilor, pregătirea acţiunilor, instrumentarea acţiunilor.*

Dacă praxiologia este ştiinţa obţinerii realizărilor performante în general, inventica reprezintă o disciplină praxiologică specială - *ştiinţa obţinerii realizărilor originale performante în tehnică, ştiinţa demersului creativ şi a strategiei valorificării industriale eficiente a rezultatelor acestui demers.*

Întrucît, ca orice performanţă, performanţa tehnică reprezintă rezultatul unei acţiuni eficiente, este necesară în primul rînd, definirea acţiunii eficiente în general şi în particular a acţiunii eficiente în tehnică.

3.2. Acţiunea şi eficienţa acesteia

Acţiunea este o mişcare umană deliberată, fizică, intelectuală sau combinată, efectuată

în vederea realizării unei transformări favorabile în lume.

Eficienţa acţiunii umane este dată de gradul de atingere a scopului propus, raportat la consumul intelectual şi material, de *raportul dintre ceea ce se obţine prin acţiune şi ceea ce se consumă pentru efectuarea acesteia*:

$$E = \frac{S}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} s_i}{\sum_{i=1}^{i=n} c_i} \tag{3.1}$$

în care S este scopul global rezultat din sumarea scopurilor elementare s_i, iar C - consumul global (intelectual şi material) constituit din suma consumurilor elementare c_i.

Dacă s_i sînt funcţii - atribute precise, atunci, evident, trebuie respectată identitatea:

$$\sum_{i=1}^{i=n} s_{ir} = \sum_{i=1}^{i=n} s_i \tag{3.2}$$

în care, s_{ir} sînt atributele reale obţinute, iar s_i sînt atributele planificate.

Dacă s_i sînt funcţii de optimizat, prin extremizare (minimizare sau maximizare), condiţia generală de eficienţă a acţiunii umane se va scrie într-un mod total diferit:

$$E = \frac{S}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} s_i + \sum_{i=1}^{i=p} \frac{1}{s_i}}{\sum_{i=1}^{i=m+p} c_i} \tag{3.3}$$

în care s_i sînt scopurile - atributele elementare de maximizat, iar s_j sînt scopurile - atributele elementare de minimizat.

Din clasa atributelor s_i pot fi citate: productivitatea, durabilitatea, fiabilitatea, randamentul mecanic (a cărui limită este 1), puterea dezvoltată pe unitatea de greutate proprie sau pe unitatea de greutate a combustibilului consumat, debitul, presiunea, fineţea aerodinamică etc., iar din clasa atributelor s_j se pot cita: consumul de materiale, rugozitatea obţinută prin prelucrare, abaterile dimensionale obţinute prin prelucrare, consumul de combustibil pe cal-putere, pierderile mecanice, adaosul de prelucrare eliminabil în aşchii etc.

Relaţiile generale 3.1 ... 3.3 capătă unele particularităţi în cazul praxiologiei creaţiei tehnice, pentru care trebuie definite valorile tehnico-economice, procedeele şi tehnologiile performante şi eficienţa tehnico-economică.

3.3. Valorile tehnico-economice şi produsele şi tehnologiile performante. Eficienţa tehnico-economică

Economiile ţărilor dezvoltate industrial au cunoscut în ultimii ani şi cunosc şi în prezent un pronunţat proces de eficientizare - condiţie de bază pentru creşterea calităţii

muncii şi a vieţii.

Prin definiţie, inventatorul este un om de acţiune, un om ofensiv, în permanentă căutare a lipsurilor stadiului actual al tehnicii, prin depistarea cărora îşi poate formula temele de creaţie, pe care apoi să le rezolve într-un mod original - eficient şi de aceea, definirea lucrurilor performante - a operelor performante, precum şi a eficienţei şi modalităţilor eficientizării acţiunii umane reprezintă probleme fundamentale nu numai sub aspect axio-praxiologic general ci şi sub aspectul obiectivelor particulare ale inventicii şi a modalităţilor de eficientizare a acţiunilor pentru realizarea acestora.

3.3.1. *Performanţa tehnico-economică; produse (obiecte tehnice) şi tehnologii performante*

Acţiunile umane au un caracter pragmatic, fiind subordonate unor scopuri practice precise; cu cît este mai bine definit scopul acţiunii, cu atît creşte probabilitatea eficientizării acesteia.

Scopul fundamental al acţiunii legate de demersul creativ al inventatorului îl reprezintă produsele (obiectele tehnice) şi tehnologiile caracterizate prin înalte performanţe tehnico-economice şi uneori, chiar şi sociale.

Aşa cum praxiologia generală poate fi la fel de bine denumită „ingineria generală a performanţei", praxiologia tehnico-economică este denumită „ingineria valorii" iar praxiologia creaţiei tehnice şi a implementării rezultatelor acestora este denumită curent inventică sau ingineria creativă a performanţelor tehnice.

Pentru ingineria valorii şi pentru inventică, performanţa generală tehnico-economică P este dată de raportul:

$$P = \frac{V_i}{C} \tag{3.4}$$

în care V_i este valoarea totală de întrebuinţare, iar C - ansamblul cheltuielilor materiale pentru obţinerea acesteia.

Relaţia 3.4 se mai poate scrie,

$$P = \frac{\sum_{1}^{n} V_i}{\sum_{1}^{n} C_i} \tag{3.5}$$

în care $V_i = V_1, V_2 \ldots V_n$ reprezintă cele n valori elementare de întrebuinţare ale produsului, iar $C_i = C_1, C_2, \ldots C_n$ - cele n costuri pentru realizarea valorilor elementare de întrebuinţare.

Este evident că relaţiile 3.4 şi 3.5 nu reprezintă decît cazuri particulare ale relaţiilor 3.1 ... 3.3.

3.4. Invarianţii tehnicii (categoriile tehnicii) [13], [15]

Logicizarea şi algoritmizarea proceselor creative în tehnică - tendinţă fundamentală a dezvoltării inventicii moderne - nu poate fi concepută fără o riguroasă determinare şi definire a noţiunilor şi categoriilor invariante ale tehnicii, care reprezintă cărămizile din care se clădeşte edificiul acestei discipline ştiinţifice, aflate în plin proces de dezvoltare. Aşa după cum, pornind de la concepte corecte, este posibilă obţinerea unor rezultate viabile şi eficiente, tot aşa, pornind de la noţiuni şi categorii nedeterminate sau fals determinate nu se poate ajunge decît la rezultate eronate, lipsite de orice importanţă teoretică sau practică.

După cercetările lui A.I. Polovinkin [13] a căror principale rezultate sînt prezentate în cele ce urmează, la determinarea şi definirea invarianţilor tehnicii trebuie respectate următoarele principii de bază;

- pentru asigurarea atributului de invariant, noţiunea trebuie să fie comună tuturor obiectelor, tehnologiilor sau sistemelor tehnice;
- noţiunile trebuie să reprezinte şi să descrie atributele de bază cu care se operează în proiectarea, execuţia şi cercetarea obiectelor tehnice;
- noţiunile trebuie să poată fi cuantificate - să aibă asociaţi parametri cantitativi;
- noţiunile trebuie riguros corelate cu categoriile generale ale ştiinţei şi tehnicii;
- numărul noţiunilor trebuie să fie cît mai mic posibil.

În conformitate cu aceste principii, se definesc obiectul tehnic şi tehnologia, ierarhia descrierii obiectelor tehnice, sistematica problemelor de căutare şi selectare a soluţiilor, ecologia obiectelor tehnice, listarea atributelor (cerinţelor, funcţiilor), criteriile dezvoltării, indicatorii de calitate şi lipsurile (contradicţiile) obiectelor tehnice, modelul obiectelor tehnice şi legile tehnicii. Toate aceste definiţii şi determinări trebuie astfel realizate încît să uşureze în cea mai mare măsură *formalizarea* necesară atît algoritmizării, cît şi realizării pachetelor de programe pentru căutarea automată a soluţiilor eficiente sau optime.

3.4.1. *Obiectul tehnic şi tehnologia*

Principalele rezultate ale proceselor inventive în tehnică sînt reprezentate de noi obiecte şi tehnologii (instalaţii şi procedee), superioare celor cunoscute în momentul tehnologic dat.

Prin obiect tehnic se înţelege o realizare materializată fizic, concepută de om, de maşină sau mixt, destinată satisfacerii unei anumite cerinţe: (maşini, aparate, instrumente, scule, dispozitive, instalaţii etc.). În categoria obiectelor tehnice se consideră şi ansamblele, subansamblele, mecanismele şi organele de maşini componente. Noţiunea de obiect tehnic este sinonimă cu o altă noţiune des întîlnită în tehnică, cea de *sistem tehnic*.

Prin tehnologie se înţelege un procedeu, metodă sau program de transformare a substanţei, energiei sau a semnalelor informaţionale, dintr-o stare iniţială - dată - într-o stare finală - preconizată, prin intermediul unor obiecte tehnice determinate.

3.4.2. *Ordinea (ierarhia) descrierii obiectelor tehnice*

Fiecare obiect tehnic poate fi prezentat prin descrieri succesive subordonate ierarhic şi care se caracterizează prin două proprietăţi fundamentale [13]:

- fiecare nouă descriere este mai detaliată şi caracterizează mai complet obiectul tehnic decît descrierea precedentă;
- fiecare nouă descriere cuprinde pe cea precedentă.

Ierarhia descrierii obiectelor tehnice este reprezentată în figura 3.1, care respectă cele două condiţii enunţate anterior. În conformitate cu această ierarhie schematizată, descrierea trebuie începută cu prezentarea cerinţei de bază şi se încheie cu proiectul, trecînd succesiv, prin etapele de descriere a funcţiei tehnice, a structurii funcţionale, a principiului fizic de funcţionare şi a soluţiei tehnice.

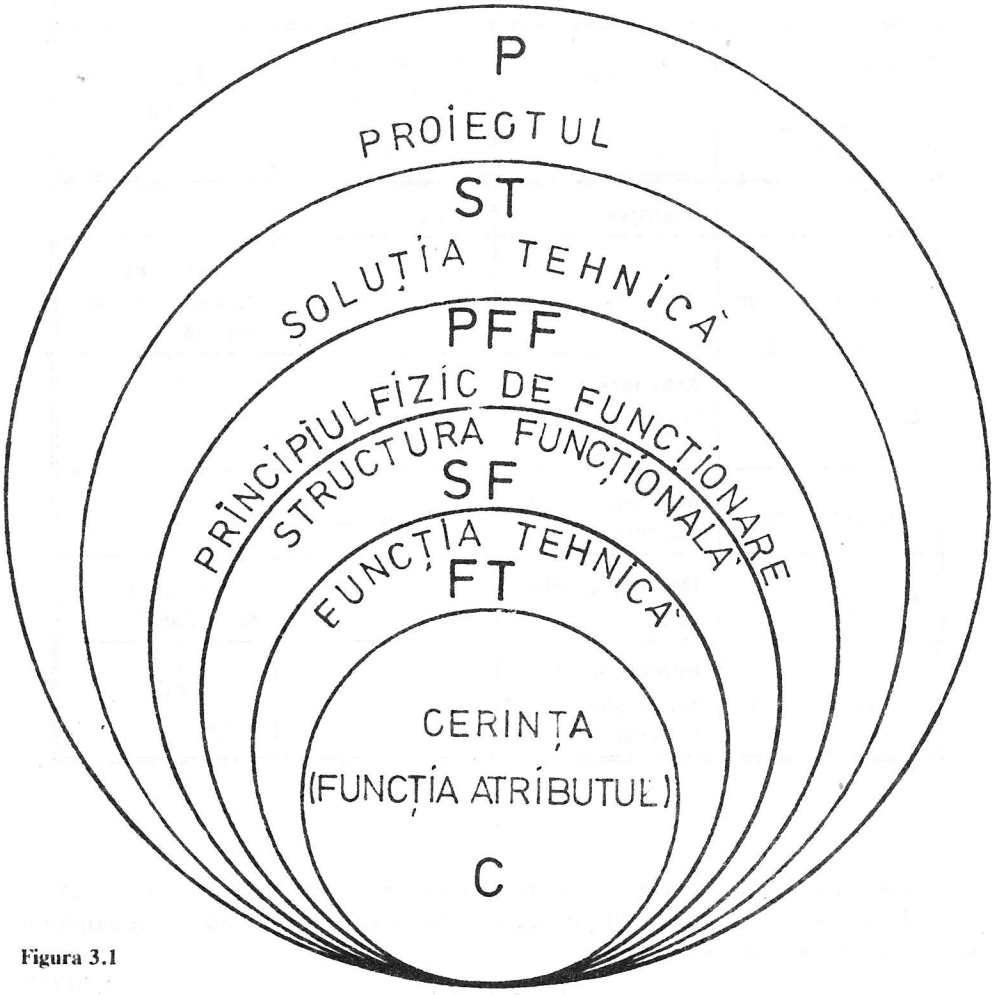


Figura 3.1

Cerinţa (funcţia, atributul) reprezintă o descriere succintă în limbaj natural, a scopului obiectului tehnic, răspunzîndu-se la întrebarea *„ce se urmăreşte şi ce condiţii speciale şi restricţii trebuie riguros respectate"*.

Cerinţa obiectului tehnic (C) trebuie să cuprindă denumirea acţiunii (A), obiectul asupra căruia se exercită acţiunea (O) şi condiţiile speciale şi restricţiile (R), descriptorul formalizat cuprinzînd ca atare trei termeni:

$$C = (A, O, R) \tag{3.6}$$

În tabelul 3.1 sînt prezentate patru exemple de descriere a cerinţei obiectului tehnic şi două exemple de descriere a cerinţei tehnologiei, din care rezultă că nu există diferenţe de principiu între tratarea obiectelor tehnice şi cea a tehnologiilor.

Tabelul 3.1

Denumirea obiectului tehnic (tehnologiei) OT	Acţiunea A	Obiectul asupra căruia se exercită acţiunea O	Condiţii speciale şi restricţii R
Avion	Transport	Pasageri	Aerian
Sculă aşchietoare	Aşchiază	Piesa	Dimensiuni şi calitate de suprafaţă
Barometru	Măsoară presiunea atmosferică	Aer	
Pirometru optic	Măsoară temperatura	Mediu încălzit	La distanţă
Matriţare	Deformare plastică	Piesa	Dimensiuni şi rugozitate
Nitrurare ionică	Introducere de azot în stratul superficial	Piesa	În condiţii de ionizare

Funcţia tehnică (F.T.) cuprinde în structură cerinţa (C) satisfăcută de obiectul tehnic (tehnologie) şi operaţia fizică (F) prin care se realizează această cerinţă, descriptorul formalizat cuprinzînd doi termeni:

$$FT = (C, F) \tag{3.7}$$

Operaţia fizică F poate fi la rîndul ei reprezentată formal prin trei componente:
- fluxul de intrare a substanţei (F_1);
- fluxul de ieşire a substanţei (F_2);
- operaţia Koller (K) de transformare a lui F_1 în F_2 [14].

$$F = (F_1, K, F_2) \tag{3.8}$$

Acest descriptor răspunde la întrebările *„ce"* (F_1), *„cum"* (K) şi *„în ce"* (F_2) se transformă prin intermediul obiectului tehnic descris (OT).

În tabelul 3.2 sînt prezentate exemple de descrieri de operaţii fizice (F) pentru obiectele fizice enumerate.

Tabelul 3.2

Denumirea obiectului tehnic (tehnologiei) OT	Fluxul de intrare a substanţei F_1	Operaţia Koller de transformare K	Fluxul de ieşire a substanţei F_2
Avion	Energie mecanică	Transformare	Zbor
Sculă aşchietoare	Mişcare relativă sculă-piesă	Transformare	Aşchiere
Barometru	Presiune atmosferică	Transformare	Deformaţie
Pirometru optic	Flux luminos	Comparare	Cuantificarea diferenţei
Matriţare	Mişcare relativă sculă-piesă	Transformare	Modelare piese
Nitrurarea ionică	Flux de ioni de azot	Transformare (a stratului superficial)	Nitrurare

Structura funcţională (SF). În general, obiectele tehnice reprezintă: ansamble, subansamble, dispozitive, mecanisme, cuple cinematice şi organe de maşini, fiecare în parte reprezentînd, de asemenea, obiecte tehnice subordonate sau supraordonate, condiţionate între ele prin legături funcţionale, cinematice, energetice etc.

Sub aspect formal, structura funcţional-constructivă reprezintă un graf orientat, al cărui vîrfuri sînt reprezentate de elemente şi ale cărui laturi reprezintă funcţiile elementelor.

Principiul fizic de funcţionare (P.F.F.) a unui obiect tehnic este constituit din mai multe efecte fizice (EF) combinate în serie, în paralel sau mixt.

Un efect fizic-tehnic (EF) are în structură trei componente:

- acţiunea de intrare (A);
- obiectul asupra căruia se exercită acţiunea (B);
- efectul acţiunii (efectul fizic) (C) şi se reprezintă formal prin relaţia

$$EF = (A, B, C) \tag{3.9}$$

O colecţie de efecte fizice la dispoziţia inventatorilor este prezentată în anexa nr. 4 a acestei cărţi.

Dacă principiul fizic de funcţionare a unui obiect tehnic este constituit dintr-o serie de efecte fizice, atunci efectul de ieşire al primului efect reprezintă, în acelaşi timp, acţiunea de intrare pentru cel de al doilea:

$$C_1 = A_2 \tag{3.10}$$

Principiul fizic de funcţionare se va descrie prin:

$$PFF = (A_1B_1C_1)\ (C_1B_2C_2)\ (C_2B_3C_3) \tag{3.11}$$

Soluţia tehnică (ST) reprezintă materializarea constructiv-organologică a principiului fizic de funcţionare (PFF) sau a structurii funcţionale (SF).

Pentru definirea soluţiei tehnice se folosesc următorii indicatori:

- lista elementelor de bază;
- metodele şi mijloacele de legătură dintre elemente;
- succesiunea interacţiunii elementelor în timp;
- particularităţi ale elementelor (forma geometrică, materiale, tehnologii specifice etc.);
- descrierea soluţiei tehnice poate fi făcută cu diverse grade de detaliere în limbaj natural, ajutată de prezentări grafice, de regulă conform instrucţiunilor privind redactarea descrierilor de invenţii.

3.4.3. *Sistemica problemelor de căutare şi selectare a soluţiilor tehnice*

În procesul de elaborare a unui nou obiect tehnic, superior celor cunoscute în tehnica mondială, inventatorul trebuie să rezolve o serie de probleme de proiectare-concepţie, situate într-o anumită ordine, în conformitate cu ierarhia descrierii obiectului tehnic prezentată în figura 3.1.

Arborele rezolvării problemelor de concepţie-proiectare este reprezentat schematic (parţial) în figura 3.2 [13] şi presupune rezolvarea în ordine ierarhică, a şase tipuri de probleme:

1) C, precizarea cerinţei (funcţiei, atributului);
2) FT, alegerea funcţiei tehnice;
3) SF, alegerea structurii funcţionale;
4) PFF, stabilirea principiului fizic de funcţionare;

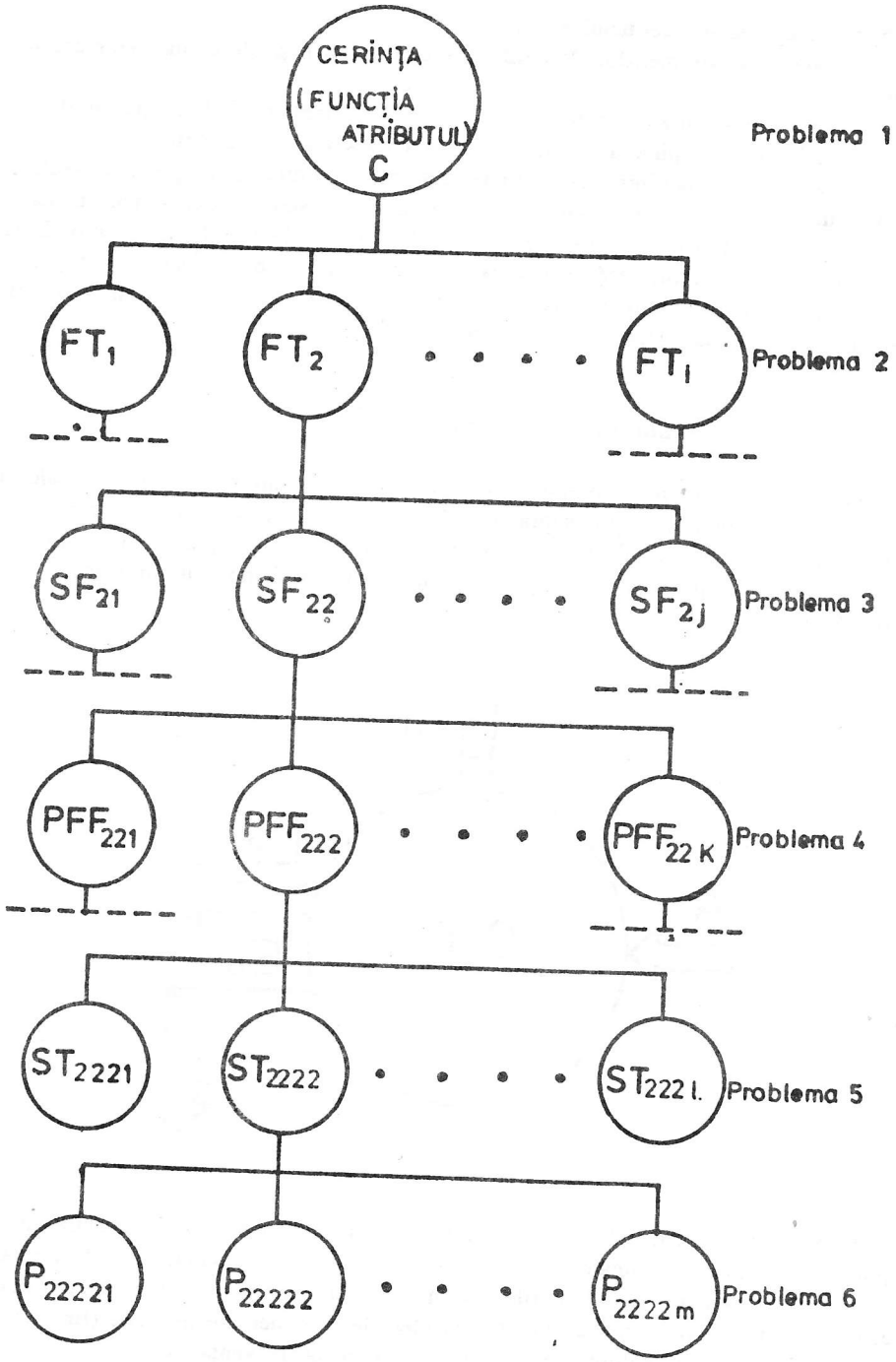

CERINȚA
(FUNCȚIA
ATRIBUTUL)
C
Problema 1
FT1
FT2
FTl
Problema 2
SF21
SF22
SF2j
Problema 3
PFF221
PFF222
PFF22K
Problema 4
ST2221
ST2222
ST222l.
Problema 5
P22221
P22222
P2222m
Problema 6

Figura 3.2

5) ST, alegerea soluţiei tehnice;

6) P, alegerea parametrilor de bază ai soluţiei tehnice şi ale elementelor acesteia (proiectul).

Aşa după cum rezultă din figura 3.2, numărul de variante posibile creşte rapid de la problema 2 (i variante) pînă la problema 6, cu i x j x k x l x m variante.

Rezolvarea fiecăreia dintre cele 6 tipuri de probleme conţine o componentă creativă, dar nivelul creaţiei şi efectele tehnico-economice ale acesteia sînt mai mari în cazul rezolvării creative a problemelor de tip 1, 2, 3, decît la problemele de tip 5 sau 6. După datele lui I.A. Polovinkin, dacă rezolvarea problemelor de tip 6 conduce la o creştere a indicatorilor tehnico-economici cu 10%-15%, la rezolvarea problemelor de tip 5, aceştia cresc cu 20%-30%, iar la cele de tip 4 - cu 30%-50%.

3.4.4. *Legăturile obiectului tehnic cu mediul ambiant*

Obiectul tehnic nu poate fi tratat izolat, ci numai în contextul legăturilor sale cu mediul ambiant, materializat prin suprasistemă, prin obiectele naturii vii şi anorganice sau prin obiectele cu care se află într-o legătură funcţională şi care pot sensibil influenţa asupra înseşi concepţiei acestuia. Legăturile funcţionale pot fi împărţite în 2 grupe (figura 3.3) [13].

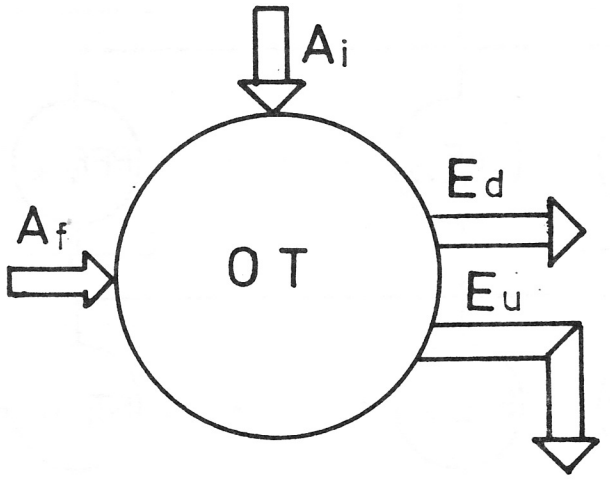


Figura 3.3

Prima grupă cuprinde legăturile de intrare în obiectul tehnic (OT) constituite din acţiunile de intrare determinate funcţional (Af) şi din cele suplimentare inevitabile (Ai).

A doua grupă se referă la fluxurile transmise mediului din obiectul tehnic, cuprinzînd efectele funcţionale de ieşire dorite (Ed) şi efectele suplimentare nedorite (En); ca de exemplu poluarea apei, solului, aerului, curenţi de înaltă frecvenţă etc.

3.4.5. Listarea atributelor (cerinţelor, funcţiilor) obiectului tehnic

Elaborarea şi listarea ierarhică a atributelor obiectelor tehnice reprezintă o etapă fundamentală în sinteza creativă, întrucît omiterea unui singur atribut al obiectului de conceput va conduce la un rezultat mult îndepărtat de soluţia optimă.

Ierarhia listării corespunde ierarhiei descrierii obiectului tehnic, celor şase etape a acesteia (figura 3.1 şi figura 3.2):

- prima listă corespunde etapei C de formulare a cerinţelor funcţionale şi cuprinde enumerarea indicatorilor cantitativi ai acţiunii obiectului, ai obiectului asupra căruia este exercitată acţiunea, ai condiţiilor speciale şi ai restricţiilor;
- a doua listă corespunde etapei FT a funcţiei tehnice şi cuprinde enumerarea fluxului de masă, de energie, de semnale şi a condiţiilor de selecţie a acestora, mărimea paramaterilor fizici, condiţii şi restricţii ale fluxurilor etc.;
- lista corespunzătoare etapei SF a structurii funcţionale cuprinde enumerarea atributelor referitoare la elementele funcţionale ale obiectului tehnic;
- lista corespunzătoare etapei PFF a principiului fizic de funcţionare cuprinde condiţiile şi restricţiile privind alegerea materialelor componente, precum şi cele referitoare la efectele fizice asociate-complementare;
- lista corespunzătoare etapei ST a soluţiei tehnice trebuie să cuprindă cerinţele şi indicatorii cantitativi referitoare la masă, formă, dimensiuni de gabarit şi componenţă - materiale, mijloace de asamblare, conducere şi reglare, protecţia muncii, brevetabilitate etc.;
- lista referitoare la proiect P trebuie să cuprindă parametrii optimi, coeficienţii de siguranţă, fiabilitatea, tehnologicitatea, standardizarea, condiţii de exploatare etc.

Aşa cum relevă A.I. Polovinkin [13], este utilă şi elaborarea unui listing general de cerinţe ale tehnicii (încercarea în acest sens făcută în 1950 de către Kesselring a condus la 700 cerinţe), dar aceasta presupune rezolvarea prealabilă a două probleme fundamentale:

- elaborarea şi punerea la punct a gramaticii şi sintaxei descrierii cerinţelor;
- elaborarea sistematicii şi principiilor de clasificare a cerinţelor după conţinutul acestora.

Fără rezolvarea ştiinţifică a acestor probleme nu este posibilă elaborarea unui intelect artificial eficient.

3.5. Analiza fizico-funcţională şi modelarea obiectelor tehnice

Modelul obiectului tehnic trebuie elaborat pentru a permite răspunsul la două întrebări de bază:

- corespunde obiectul tehnic sau descriptorul (FT, SF, PFF, ST sau P) cu cerinţa de bază sau cu listingul de cerinţe (atribute, funcţii)?
- care din două variante de soluţii pentru obiectul tehnic este mai bună sub aspectul unui criteriu de calitate determinat?

Se pot distinge [13] trei tipuri de modelări:

- *modelarea mintală (intuitivă)*, bazată pe fondul informaţional natural şi pe capacitatea de vizualizare a inventatorului, caracterizată prin economicitate, operativitate, dar şi prin precizie scăzută;
- *modelarea matematică* de precizie şi operativitate medie;
- *modelarea fizică* caracterizată printr-o precizie ridicată, dar şi prin costuri ridicate şi consum mare de timp.

Pentru realizarea concretă a modelării, trebuie însuşite, în prealabil, elementele analizei fizico-funcţionale a obiectelor tehnice, un pas important spre algoritmizarea şi formalizarea proceselor de căutare.

3.5.1. *Descrierea structurii constructiv-funcţionale a obiectului tehnic*

Pentru perfecţionarea unui obiect tehnic, trebuie cunoscută structura sa constructiv-funcţională; care trebuie să precizeze:

- ce funcţii realizează fiecare element şi cum sînt legate funcţional elementele între ele;
- ce fel de operaţii fizice (transformări) efectuează fiecare element şi legătura dintre operaţii;
- pe baza căror efecte fizico-tehnice lucrează fiecare element şi cum sînt acestea interconectate.

În felul acesta se elucidează imaginea de ansamblu a obiectului tehnic supus perfecţionării, din punct de vedere funcţional şi fizic.

Descrierea structurii constructiv-funcţionale este bazată pe legea corespondenţei dintre funcţie şi structură şi presupune:

- divizarea obiectului tehnic în elemente;
- descrierea funcţiilor elementelor;
- elaborarea structurii constructiv-funcţionale.

Forma naturală de descriere a funcţiei F a sistemului tehnic poate fi reprezentată formalizat, prin trei componente,

$$F = (D, G, H) \tag{3.12}$$

în care: D - acţiunea sistemului care conduce la rezultatul dorit;
G - obiectul (obiectele) asupra căruia se execută acţiunea;
H - condiţiile speciale şi restricţiile.

Componenta D se exprimă printr-o acţiune unică sau ca un complex de cîteva acţiuni, componenta G se exprimă printr-unul sau mai multe substantive, iar componenta H, descriind condiţiile şi restricţiile acţiunii, contribuie la precizarea clasei sistemelor tehnice, căreia îi aparţine sistemul tehnic dat. Cîteva exemple de descriere naturală a funcţiilor sistemelor tehnice sînt redate în tabelul 3.3.

Este evident că gradul de generalitate a sistemului tehnic este cu atît mai mare cu cît componentele D şi G sînt mai general formulate, iar componenta H lipseşte cu desăvîrşire şi invers.

Tabelul 3.3

Sistemul tehnic	Componentele		
	D	G	H
Burghiu	Burghiere	Piesă din material plin	Prin aşchiere
Voltmetru	Măsurarea tensiunii	Curentul electric	
Rulment	Coborîrea momentului de frecare	În lagăre	
Conductă hidraulică	Conducerea şi menţinerea	Fluidelor	
Motor termic	Transformarea energiei	Termice în mecanică	
Şurub	Asamblarea	A două sau a mai multor piese, dintre care una filetată	Fără piuliţă

La baza analizei funcţiilor sistemului tehnic trebuie pus principiul separării şi examinării structurilor cu două nivele ierarhice; fiecare sistem tehnic se divide în cîteva elemente constructive, avînd funcţii bine determinate pentru asigurarea lucrului în ansamblu. În felul acesta, sistemul tehnic va reprezenta nivelul superior, iar elementele separate - cel inferior, divizarea şi ierarhizarea continuînd pînă la nivelul necesar de înţelegere a funcţionării în ansamblu a sistemului tehnic dat.

În analiza funcţiilor sistemelor tehnice se folosesc următoarele definiţii:

- *element funcţional al sistemului tehnic* este ansamblul, subansamblul, organul sau parte a acestuia cuprinzînd elemente nedivizibile;

- *ansamblul* reprezentat de mulţimea organelor legate constructiv şi care împreună îndeplinesc cel puţin o funcţie care să asigure lucrul altor elemente funcţionale şi a sistemului tehnic în ansamblu; ansamblul, pe aceleaşi principii de divizare se poate împărţi în subansamble, iar acestea în subsubansamble etc.;

- *organ al sistemului tehnic* este denumit un corp separat, dintr-un ansamblu unitar de forme şi îndeplinind cel puţin o funcţie care să asigure lucrul altor elemente

funcţionale sau a sistemului tehnic în ansamblu;

- *element indivizibil* se denumeşte o parte din organ sau un organ în ansamblu, avînd un număr minim de funcţii (cel puţin una întreagă).

3.5.2. *Metodica analizei funcţiilor sistemelor tehnice* [16]

Scopul analizei funcţiilor sistemului tehnic dat se rezumă la:

- divizarea constructivă-ierarhică a sistemului tehnic în elemente funcţionale;
- elaborarea structurii funcţionale a sistemului tehnic - a gradului interdependenţei funcţionale şi presupune parcurgerea următoarelor cinci etape de bază:
- descrierea funcţiilor sistemului tehnic dat şi determinarea obiectivelor V ale acestuia;
- precizarea elementelor funcţionale de ordinul 1;
- precizarea elementelor funcţionale de ordinul 2;
- elaborarea tabelei rezultatelor analizei funcţiilor;
- elaborarea structurii funcţionale.

Descrierea funcţiilor sistemului se face în conformitate cu metodica expusă în paragraful precedent. Funcţia sistemului se notează cu litera F sau - dacă sistemul este multifuncţional - cu literele F′, F″, ..., în ordinea coborîrii importanţei funcţiilor. Existenţa fiecărei funcţii F este asociată cu existenţa unor obiectie V, asupra cărora acţionează sistemul, de regulă componenta G din descriptorul funcţiei F coincizînd cu obiectele V.

Precizarea elementelor funcţionale de ordinul 1 se face prin divizarea sistemului într-un număr mic de elemente constructive importante, fiecare avînd un număr minim de funcţii autonome în asigurarea lucrului celorlalte elemente. Odată cu selectarea elementelor funcţionale de ordinul 1, se formulează şi descrierea funcţiilor acestora, elementul de bază notîndu-se E_0, iar funcţia sa cu F_0 sau dacă este polifuncţional, prin F'_0, F''_0 ..., iar elementelor de ordinul 1 prin E_1, E_2, ..., avînd funcţiilor F_1, F_2, ...

Precizarea elementelor funcţionale de ordinul 2 se realizează în mod similar cu a celor de ordin 1, considerînd că fiecare dintre acestea din urmă E_0, E_1, E_2, ... poate fi considerat ca un sistem tehnic independent. Elementele obţinute prin divizarea lui E_0 se vor nota prin $E_{0\text{-}1}$, $E_{0\text{-}2}$, ..., un element oarecare E_i de ordinul 1 prin $E_{i\text{-}1}$, $E_{i\text{-}2}$, ..., iar funcţiile corespunzătoare prin $F_{0\text{-}1}$, $F_{0\text{-}2}$, ..., respectiv prin $F_{i\text{-}1}$, $F_{i\text{-}2}$, ... În mod similar se pot preciza şi elementele de ordinul 3, 4 etc.

Elaborarea tabelei rezultatelor analizei funcţiilor se face astfel, încît la descrierea fiecărei funcţii (componentei G) în paranteze se specifică destinaţia obiectelor şi elementelor asupra cărora este dirijată funcţia elementului analizat. La începutul fiecărei tabele de rezultate a analizei funcţiilor se prezintă şi denumirea obiectelor V, iar la fiecare nivel ierarhic elementele sînt numerotate într-o astfel de ordine, încît la descrierea funcţiilor unor noi elemente, să se facă trimiteri la elemente deja descrise. Un astfel de tabel cuprinzînd rezultatele analizei funcţiilor pentru un rulment cu bile este redat în continuare (tabelul 3.4) însoţit de desenul explicativ (fig.3.4).

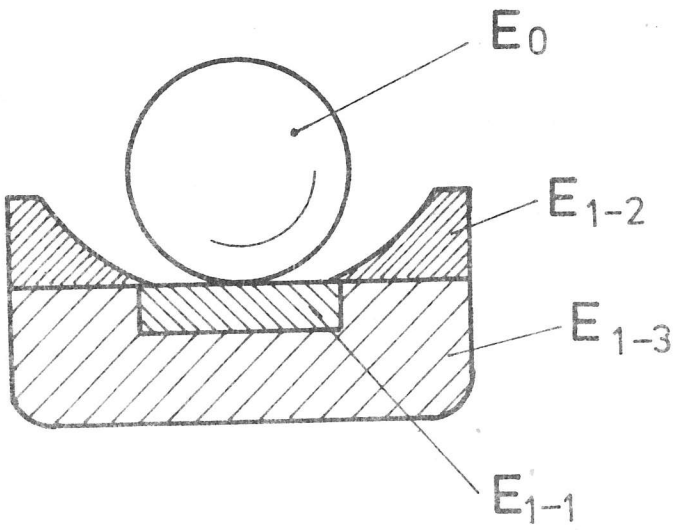


Figura 3.4

Tabelul 3.4

Elementul	Funcțiile elementului
E - rulment cu bile V_1 - butucul roții V_2 - axul roții	F - coborîrea momentului de rotație a butucului roții (V_1) în jurul axului (V_2)
E_0 - bilele E_1 - inelul exterior E_2 - inelul interior	$F_0 = F$ F_1 - asigurarea rostogolirii butucului (V_1) pe bilele (E_0) F_2 - asigurarea rostogolirii bilelor (E_0) pe axul roții (V_2) F_3 - asigurarea distanțării uniforme reciproce a bilelor (E_0)
E_{1-1} - suprafața de lucru (fig. 3.4) E_{1-2} - bordurile (fig. 3.4) E_{1-3} - inelul (fig. 3.4)	$F_{1-1} = F_1$ F_{1-2} - reținerea laterală a bilelor (E_0) pe suprafața de lucru (E_{1-1}) F_{1-3} - asigurarea asamblării inelului exterior (E_1) cu butucul (V_1)

3.5.3. *Elaborarea structurii funcţionale a sistemului tehnic*

Structura se realizează, de regulă, sub forma unui graf de interacţiune funcţională a elementelor şi obiectelor sale, plecînd de la reprezentarea vîrfurilor de bază ale grafului, care materializează funcţiile obiectului. Sus, în chenar, se amplasează sistemul tehnic dat, în primul rînd se amplasează obiectivele V ale sistemului, în rîndul 2 - elementele funcţionale de ordinul 1, în rîndul 3 - cele de ordinul 2 etc. Toate vîrfurile se notează după notaţiile stabilite în tabelul rezultatelor analizei, iar elementele de ordinul 1 se unesc prin linii întrerupte cu vîrful grafului, cu sistemul tehnic şi cu vîrfurile care materializează elementele de ordinul 2, ramurile grafului concretizînd funcţiile elementelor. În figura 3.5 este reprezentat graful pentru un rulment cu bile, în conformitate cu notaţiile din tabelul 3.4 şi cu figura 3.4.

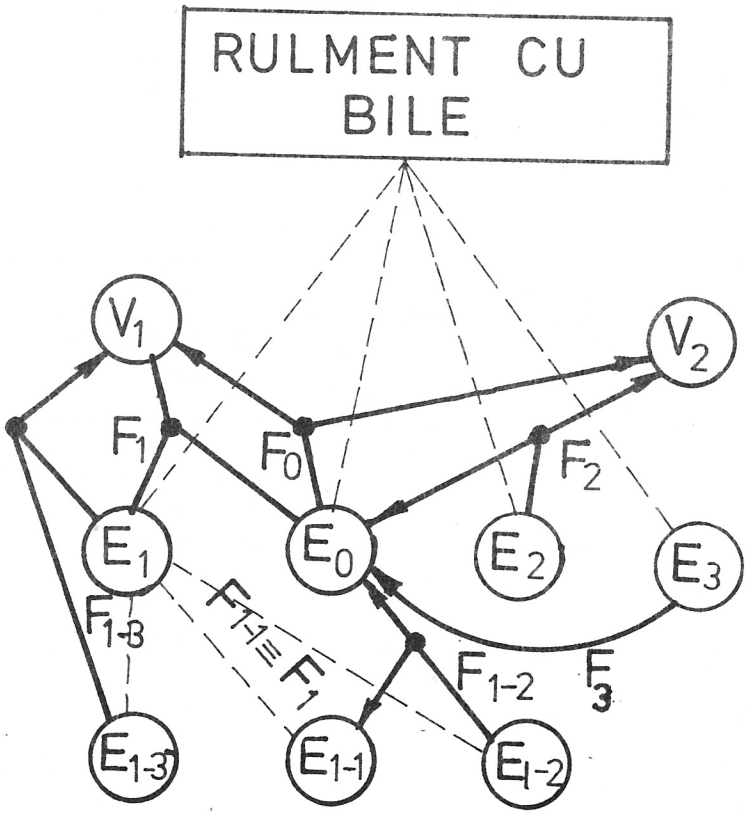


Figura 3.5

Un asemenea graf este superior grafurilor de puncte şi săgeţi obişnuite, folosite în căutarea R-asamblărilor optime prin algoritmul Bellman, întrucît dezvăluie legăturile nu numai dintre elementele funcţionale ale ansamblelor formatoare (E_i, E_{i-j}, ...), ci şi dintre acestea şi funcţiile corespunzătoare (F_i, F_{i-j}, ...).

Un astfel de graf prezintă importanţă nu numai ca pas important în formalizarea proceselor de sinteză creativă, ci şi în activitatea individuală, nemaşinizată a inventatorului, ca mijloc de organizare a gîndurilor sale explorativ-creative.

3.5.4. *Modelarea sistemelor tehnice prin analiza cîmp-substanţă* [17]

În afară de analiza şi modelarea obiectelor (sistemelor) tehnice după metodologia Polovinkin, expusă anterior şi caracterizată printr-o aprofundare ştiinţifică, pînă la nivelul elementelor, subansamblelor, mecanismelor şi organelor, poate prezenta un interes deosebit pentru inventator metoda esenţializată a lui H. Altşuler [17], denumită *analiza cîmp-substanţă* sau pe scurt, *analiza „subcîmp"*, metodă pe care se bazează un întreg sistem creativ denumit ARIZ (algoritm reşenia izobretateliskih zadaci - algoritm de rezolvare a problemelor inventive) care va fi prezentat pe larg în conţinutul prezentei cărţi, în capitolul rezervat metodelor logice de creaţie.

H. Altşuler, folosind o metodă inductivă, a ajuns la concluzia că, în foarte multe probleme creative, esenţa problemei poate fi formulată astfel: „Se dă o substanţă S greu de stăpînit şi de manevrat direct; se apelează la o pereche ferm intercondiţionabilă, substanţă S_1 - cîmp C_1 (subcîmp), prin intermediul căreia substanţa dată S devine manevrabilă în direcţia dorită". Schematizarea corespunzătoare este reprezentată în figura 3.6.

Cu toate că modelarea *„subcîmp"* are un grad relativ redus de generalitate, ea poate fi aplicată în mii de probleme de creaţie, ajutîndu-l substanţial pe inventator, sugerîndu-i şi calea de urmat în vederea rezolvării creative a problemelor tehnice.

Subcîmpul reprezintă un model minimal de sistem (obiect) tehnic, incluzînd piesa, scula şi energia (cîmpul) necesare acţiunii sculei asupra piesei. În cazul unui sistem tehnic complex, modelul devine o sumă de subcîmpuri.

3.6. Criteriile dezvoltării obiectelor tehnice

După A.I. Polovinkin [13], criteriile dezvoltării obiectelor tehnice sînt cuprinse în 4 grupe de bază:

- *criterii funcţionale*, care caracterizează indicatorii principali pentru obţinerea funcţiei obiectului tehnic;
- *criterii tehnologice*, legate numai de tehnologicitatea obiectului tehnic;
- *criterii economice*, care determină oportunitatea economică a funcţiilor obiectului tehnic;
- *criterii antropologice* (ergonomice) legate de factorul uman şi interacţiunea acestuia cu obiectul tehnic.

În figura 3.7. este reprezentată clasificarea generală a criteriilor dezvoltării obiectelor tehnice.

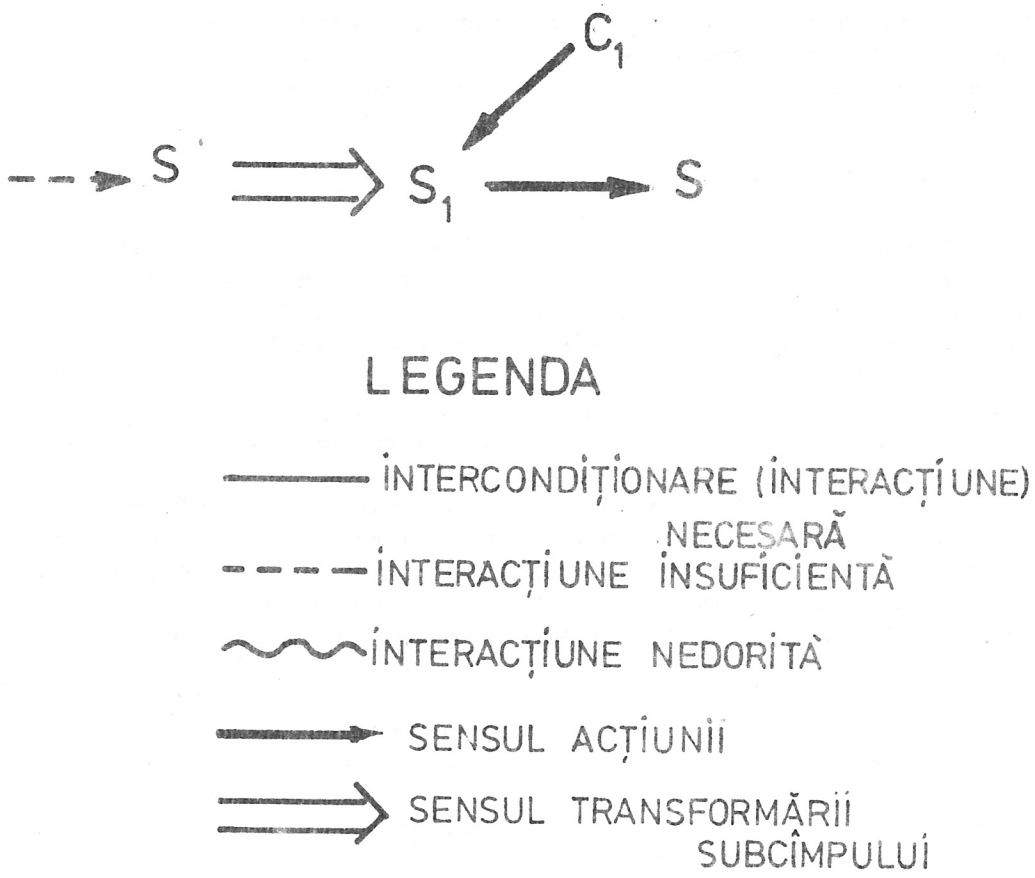


Figura 3.6

3.6.1. *Condiţiile pentru alegerea şi descrierea criteriilor de dezvoltare a obiectelor tehnice*

Criteriile selectate pentru o anumită clasă de obiecte tehnice sau de tehnologii trebuie să îndeplinească următoarele condiţii de bază:

- *condiţia măsurabilităţii*;
- *condiţia corespondenţei* obiectului tehnic cu diferitele perioade de dezvoltare a tehnicii şi cu diferitele ţări şi zone geografice;
- *principiul ordonării* după gradul de importanţă, prin folosirea tehnicii deciziei impuse;
- *principiul independenţei*; criteriile şi parametrii trebuie să fie principali şi nu

CRITERIILE DEZVOLTĂRII TEHNICE
CRITERII FUNCȚIONALE
PRODUCTIVITATE
PRECIZIA
FIABILITATEA
RANDAMENT MECANIC
CONSUM SPECIFIC ENERGETIC
DINAMICITATE
PUTERE PE UNITATEA DE GREUTATE
SPECIALE
CRITERII TEHNOLOGICE
CAPACITATEA DE A FI PRELUCRAT RAPID
CAPACITATEA DE A FI PRELUCRAT SIMPLU
CAPACITATEA DE A FI PRELUCRAT ESTETIC
POSIBILITATEA FOLOSIRII UTILAJULUI UNIVERSAL
CAPACITATEA DE DEMONTARE ȘI PRELUCRARE SEPARATĂ
CAPACITATEA DE A FOLOSI MATERIALE IEFTINE ȘI ACCESIBILE
CRITERII ECONOMICE
CONSUM DE MATERIALE
CONSUM ENERGETIC
CONSUM INFORMAȚIONAL
EVITAREA MATERIALELOR DEFICITARE
CONSUM REDUS PENTRU FINISARE
DIMENSIUNI MINIME DE GABARIT
CRITERII ANTROPOLOGICE
ERGONOMICITATE
ESTETICA
COMODITATE ÎN EXPLOATARE
SECURITATEA MUNCII
EVITAREA FACTORULUI SUBIECTIV ÎN OBȚINEREA REZULTATELOR
ECONOMICITATE

Figura 3.7

derivaţi.

Fiecare criteriu (atribut-parametru) trebuie să fie clar descris, folosindu-se următorii descriptori:

- consistenţa criteriului; timpul şi cauzele apariţiei acestuia;
- formula sau metoda de măsurare a criteriului, incluzînd scalele şi unităţile de măsură;
- caracterul variaţiei criteriului în decursul timpului;
- gradul de generalitate al criteriului (criteriul are legătură cu o anumită clasă de obiete tehnice, cu cîteva clase înrudite de obiecte tehnice sau cu toate obiectele tehnice);
- actualitatea criteriului (variaţia în timp a gradului de importanţă a criteriului).

3.6.2. ***Criteriile funcţionale ale dezvoltării obiectelor tehnice*** reprezintă exprimarea cantitativă a principalilor indicatori (caracteristici) ai realizării funcţiei obiectului tehnic sau ai tehnologiei, distingîndu-se trei grupe de criterii principale;

- productivitatea;
- precizia;
- fiabilitatea.

Productivitatea poate fi exprimată direct (timpul unei prelucrări, bucăţi pe oră, debit, puterea dezvoltată etc.) sau prin intermediul unor criterii funcţionale auxiliare (viteza de prelucrare, parametrii fizici şi chimici, gradul de mecanizare a muncii, gradul de automatizare-robotizare, continuitatea procesului de prelucre etc.).

Precizia cuprinde următoarele criterii particulare mai importante: precizia măsurării, precizia prelucrării, precizia rezultatului acţiunii, precizia prelucrării fluxului energetic, precizia prelucrării fluxului de informaţii etc.

Fiabilitatea este definită de cunoscutele caracteristici de fiabilitate: capacitatea de lucru fără defecţiuni, durata de viaţă, mentenabilitatea, reparabilitatea şi redundanţa.

3.6.3. *Criteriile tehnologice ale dezvoltării obiectelor tehnice*

Această categorie de criterii reflectă economia muncii în fabricarea obiectului tehnic şi se poate împărţi în 4 grupe de criterii: criteriul volumului de muncă necesar, criteriul mijloacelor tehnologice, criteriul utilizării materialelor şi criteriul divizării obiectului tehnic în elemente.

Unul din cele mai importante criterii tehnologice este tehnologicitatea *obiectului tehnic* - capacitatea acestuia de a fi realizat prin mijloace simple, productive şi economice.

3.6.4. ***Criteriile economice ale dezvoltării obiectelor tehnice*** cuprind: criteriul consumurilor de materiale, criteriul consumurilor de energie, criteriul consumurilor necesare asigurării informatice şi criteriul dimensiunilor de gabarit.

3.6.5. ***Criteriile antropologice ale dezvoltării obiectelor tehnice*** cuprind criteriul ergonomicităţii, criteriul estetic, criteriul protecţiei muncii şi criteriul ecologicităţii.

Dacă se reanalizează relaţia 3.5 a performanţei tehnico-economice

$$P = \frac{\sum_{1}^{n} V_i}{\sum_{1}^{n} C_i} \qquad (3.5)$$

şi se compară cu cele 4 grupe de criterii propuse de A.I. Polovinkin, se constată următoarele:

- criteriile funcţionale şi criteriile ergonomice sînt cuprinse în numărătorul $\sum_{1}^{n} V_i$ al fracţiei care defineşte performanţa (ergonomicitatea, estetica, protecţia operatorului şi ecologicitatea trebuie să fie considerate drept funcţii ale produsului);

- criteriile tehnologice sînt cuprinse în numitorul $\sum_{1}^{n} C_i$ al fracţiei 3.5, întrucît economicitatea unui obiect tehnic este determinată, în primul rînd, de tehnologicitatea acestuia. S-ar putea redefini astfel mai detaliat *performanţa generală-tehnico-economică drept raportul dintre funcţiile tehnice şi antropologice ale obiectului tehnic şi costurile pentru realizarea acestora în condiţii corespunzătoare de tehnologicitate.*

3.7. Evoluţia constructivă a obiectelor tehnice

Cercetarea evoluţiei constructive este legată de analiza istoriei dezvoltării în timp a clasei de obiecte tehnice avînd funcţii egale sau apropiate şi reprezintă o importanţă fundamentală în sinteza noilor soluţii - superioare - întrucît şi în creaţia tehnică poate fi extrapolată legea biogenetică fundamentală *„ontologia repetă filogenia"*.

Astfel de cercetări se bazează pe legea evoluţiei progresive a obiectelor tehnice, esenţa căreia rezidă în repetarea periodică a următorului ciclu:

- începutul producţiei şi utilizării generaţiei S_i a obiectelor tehnice;
- cumularea în timpul t_i a lipsurilor generaţiei S_i;
- elaborarea noii generaţii S_{i+1} care elimină lipsurile şi începutul producţiei şi utilizării acesteia.

Scopurile principale şi avantajele analizei evoluţiei constructive a obiectelor tehnice rezidă în următoarele:

- evidenţierea factorilor stabili de bază care influenţează dezvoltarea obiectului tehnic şi formularea tendinţelor dezvoltării;
- spirala dezvoltării clasei de obiecte tehnice şi stabilirea poziţiei şi tipului etapei contemporane în această spirală permite alegerea căilor optime de perfecţionare;
- evidenţierea demersurilor euristice tip în dezvolarea istorică a clasei de obiecte tehnice şi selectarea fondului personal de demersuri creative;

- analizînd eurigrama unui inventator renumit din trecut se poate influenţa şi îmbunătăţi strategia şi tactica proprie a căutărilor creative;
- elaborarea legităţii construirii şi dezvoltării obiectului tehnic dat şi folosirea conştientă a acesteia în perfecţionările viitoare.

3.7.1. *Metodica descrierii evoluţiei constructive a obiectelor tehnice*

Esenţa acestei metodici constă în:
- evidenţierea criteriilor stabile şi a indicatorilor corespunzători de calitate;
- formularea legităţii dezvoltării obiectelor tehnice;
- formularea demersurilor pentru obţinerea soluţiilor tehnice superioare celor existente.

Aceasta presupune şi elaborarea *lanţului evoluţiei* obiectelor tehnice din clasa dată:
$S_0 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow \ldots \rightarrow S_k$
$S_i \rightarrow S_{i+1}$ ($i = 0, 1, \ldots k$) în care:
- S_i este obiectul tehnic din generaţia i;
- S_{i+1} este obiectul tehnic din generaţia următoare, $i+1$;
- S_k ultima generaţie (contemporană) a obiectului dat.

Sînt recomandate următoarele reguli de elaborare a lanţului evoluţiei clasei de obiecte tehnice:
- construirea în sens invers a lanţului evoluţiei pornind de la stadiul S_i (aflat pe o porţiune rectilinie a acestuia).

$S_0 \leftarrow \ldots \leftarrow S_{k-2} \leftarrow S_{k-1} \leftarrow S_k$;
- selectarea numai a stadiilor S_i referitoare la producţia de serie sau de masă;
- selectarea stadiilor S_i net diferenţiate de celelalte stadii.

În descrierea generaţiei S_i (de la S_0 la S_k) trebuie elaborat un tabel sintetic în care, pe 4 coloane, se prezintă: descrierea soluţiei tehnice S_i sau diferenţele specifice în raport cu S_{i-1}, principalele deficienţe ale lui S_i care justifică investigaţiile pentru S_{i+1}, criteriile de dezvoltare şi indicatorii calitativi rezultaţi din critica S_i, enumerarea indicatorilor de calitate îmbunătăţiţi la S_i în raport cu S_{i-1}.

3.8. Legile structurării şi dezvoltării tehnicii

Esenţa inventicii moderne constă în evidenţierea şi formularea legităţilor structurării şi dezvoltării tehnicii şi în folosirea deliberată a acestora în căutarea şi găsirea unor soluţii constructiv-tehnologice mai eficiente.

Cu toate că ştiinţa structurării şi dezvoltării tehnicii se află la începuturile sale, există în prezent o serie de lucrări valoroase ale lui I. Meleşcenko [18] A. Kamenev [19] şi în special A. Polovinkin [15] şi H. Altşuler [17] care prezintă un interes deosebit în practica investigaţiei creative în tehnică.

3.8.1. *Legea evoluţiei progresive a tehnicii*

Evoluţia progresivă a tehnicii reprezintă o extrapolare a evoluţiei progresive a speciilor bazată pe selecţia naturală. Aşa cum pe bună dreptate constată A. Polovinkin, [13] trecerea de la o generaţie de obiecte tehnice cu aceleaşi funcţii la o altă generaţie superioară este determinată de necesitatea eliminării deficienţei (deficienţelor) depistate şi este legată de regulă de un nivel tehnico-ştiinţific superior, de o necesitate social-economică clar evidenţiată şi de epuizarea ierarhică a următoarelor posibilităţi:

- optimizarea globală parametrică fără modificarea principiului fizic de funcţionare şi a soluţiei tehnice;
- după epuizarea posibilităţilor de optimizare parametrică se optimizează soluţia tehnică, fără modificarea principiului fizic de funcţionare;
- după cîteva cicluri de repetări şi utilizări a primelor două posibilităţi se ajunge la un extremum global şi se epuizează posibilităţile dezvoltării parametrice şi constructive după curba în S (fig.3.88, curba 1);
- optimizarea principiului fizic de funcţionare

De aici rezultă cele trei etape şi nivele ierarhizate a activităţilor creative ale inventatorului:

- perfecţionarea parametrică în cadrul soluţiei tehnice cunoscute şi epuizarea în acest sens a posibilităţilor;
- căutarea şi găsirea unei noi soluţii şi structuri constructive;
- căutarea unui nou principiu fizic de funcţionare.

Funcţia şi curba S permit în mare măsură prognozarea creaţiei tehnice, pentru un obiect tehnic cu un principiu fizic de funcţionare dat; dacă stadiul tehnicii corespunde punctului A, atunci se pot prognoza investigaţii creative substanţiale privind optimizarea parametrică şi structurală, iar dacă stadiul corespunde punctului B primele două căi sînt practic epuizate şi trebuie să se treacă la o etapă superioară de căutări: căutarea unui nou principiu fizic de funcţionare.

3.8.2. *Etapele dezvoltării sistemelor (obiectelor) tehnice*

În afară de etapele ierarhizate de A. Polovinkin, prezintă un interes deosebit şi etapizarea dezvoltării sistemelor tehnice aparţinînd lui H. Altşuler [17] subordonată mai puţin principiului ordonării după tipul şi nivelele activităţilor creative şi legată mai mult de viaţa sistemelor (produselor) tehnice; această etapizare cuprinde:

- naşterea şi copilăria sistemului (obiectului) tehnic
- dezvoltarea intensivă a sistemului tehnic
- bătrîneţea şi moartea sistemului tehnic.

Este evident că această etapizare se referă la obiectele tehnice de acelaşi principiu fizic de funcţionare.

Naşterea şi copilăria sistemului tehnic

Noul sistem tehnic este generat de un anumit nivel de dezvoltare a ştiinţei şi tehnicii,

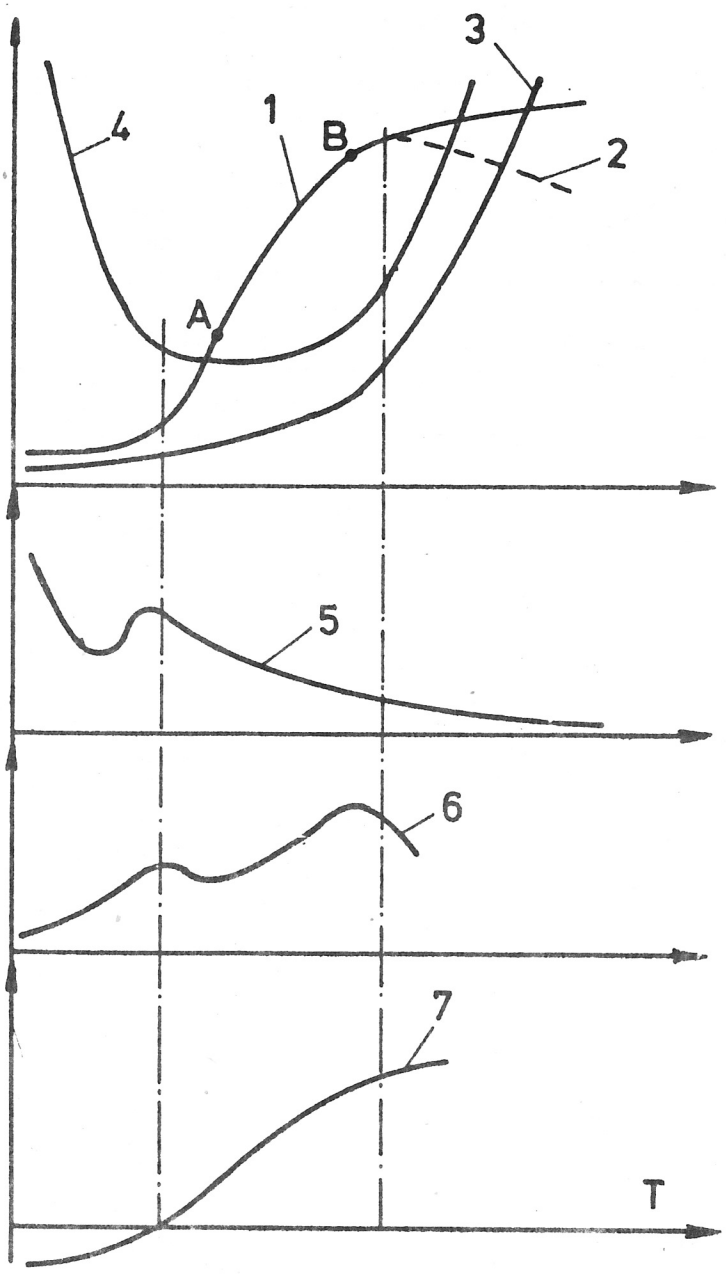


Figura 3.8

cînd apare necesitatea şi posibilitatea realizării. De regulă, sistemul tehnic nou născut este primitiv, plin de defecţiuni şi de aceea este supus, chiar de la început, unor demersuri de perfecţionare, de punere la punct, demersuri care se consacră, în primul rînd, creşterii tehnologicităţii, coborîrii cheltuielilor (fig.3.8 - curba 4), creşterii fiabilităţii şi comodităţii în exploatare. Cînd eficienţa sistemului este recunoscută de societate, iar nivelul cheltuielilor scade pînă la un nivel acceptabil, începe cea de a doua etapă de dezvoltare.

Dezvoltarea intensivă a sistemului tehnic este mediată, în primul rînd, de necesitatea socială care se manifestă prin anumite categorii de cerinţe (pretenţii) faţă de sistem din partea suprasistemului şi a mediului ambiant, după cum urmează;

- *cerinţe distructive*, care presupun necesitatea mijloacelor de protecţie a sistemului dat (coroziune, acţiunea vîntului, cutremur, inundaţii, descărcări electrice etc.);
- *cerinţe dislocante*, care presupun apărarea faţă de concurenţa sistemelor tehnice înrudite;
- *cerinţe stimulatorii* din partea unor sisteme înrudite a căror dezvoltare este mediată de dezvoltarea sistemului tehnic dat.

Bătrîneţea şi moartea sistemului tehnic reprezintă o etapă de stabilizare a parametrilor şi ca atare - de stagnare. Orice încercare de îmbunătăţire a parametrilor presupune complicaţii constructive şi consumuri mari. Sistemul se află la capătul dezvoltării, intră în criză şi moare şi ca atare, trebuie înlocuit cu un nou sistem tehnic, bazat pe un nou principiu fizic de funcţionare (fig.3.8 - curba 3).

Este evident că dezvoltarea sistemelor tehnice se bazează, în primul rînd, atît pe numărul invenţiilor (curba 6), cît şi pe nivelul acestora (curba 5).

Aşa cum rezultă din alura acestor curbe, naşterea unui sistem tehnic este însoţită de puţine invenţii, dar acestea au un nivel ridicat datorită schimbării principiului fizic de funcţionare, determinat în mare măsură de noile descoperiri în domeniul fizicii (noi efecte fizice). Cu timpul, nivelul invenţiilor scade dar numărul acestora creşte sub forma invenţiilor de dezvoltare, complementare, de amănunt.

În ceea ce priveşte partea economică se pot desprinde următoarele concluzii:

- cheltuielile foarte mari la început (curba 4) scad rapid, se stabilizează în etapa de dezvoltare rapidă şi apoi cresc brusc, în etapa de îmbătrînire a sistemului tehnic;
- beneficiile, care la început pot fi negative (curba 7) cresc treptat, pentru a se stabiliza în perioada de îmbătrînire a sistemului tehnic.

3.8.3. *Legea corespondenţei dintre funcţie şi structură*

Esenţa acestei legi este că fiecărui obiect tehnic, fiecărui subansamblu, mecanism, dispozitiv sau organ al acestuia îi corespund funcţii (atribute determinate); într-un obiect tehnic corect conceput şi proiectat *nu există elemente inutile*, după cum *nu lipseşte nici un subansamblu, dispozitiv sau organ necesare îndeplinirii funcţiilor prescrise ale acestuia*. Această lege este reflectată de grafurile structurii constructive funcţionale a obiectelor tehnice (figurile 3.4 şi 3.5).

3.8.4. ***Legea dezvoltării în stadii a tehnicii*** se referă la mutaţiile revoluţionare, în timp, atît a obiectelor tehnice izolate, cît şi a tehnicii în ansamblu şi are o directă legătură cu *tendinţa generală de eliminare treptată din tehnologie a factorului uman* - slab din punct de vedere fizic şi supus subiectivităţii, relevată de H. Altşuler [17].

În acest sens, după cum arată A. Polovinkin [13] obiectele (sistemele) tehnice prelucrătoare (utilajele de lucru) au avut şi au patru stadii de dezvoltare legate de realizarea succesivă cu ajutorul mijloacelor tehnice, a patru funcţii fundamentale şi de eliminarea treptată a omului care le îndeplinea pînă atunci:

- într-un prim stadiu, obiectul tehnic realizează numai funcţia de prelucrare (funcţia tehnologică);
- într-un al doilea stadiu obiectul tehnic realizează şi asigurarea energetică (mecanizarea) a prelucrării efectuate pînă atunci manual (funcţia energetică);
- într-un al treilea stadiu, obiectul tehnic preia şi funcţia de comandă a procesului de prelucrare;
- în cel de al patrulea stadiu obiectul tehnic preia funcţia de programare a volumului şi calităţii producţiei, omul fiind eliminat integral din proces (cu excepţia programărilor de ordin superior).

Trecerea de la un stadiu la altul este determinată de *epuizarea posibilităţilor naturale ale omului* în perfecţionarea performanţelor obiectului tehnic, *de existenţa unui nivel tehnico-ştiinţific corespunzător*, precum şi de *oportunitatea socio-economică*.

De regulă, trecerea de la un stadiu la cel următor este însoţită de invenţii de profunzime, de invenţii pilot - de maximă eficienţă tehnico-economică; dacă în trecut inventatorul participa spontan-intuitiv la acest proces, astăzi prin dezvoltarea inventicii, prin posibilitatea formulării logice a temelor de creaţie sau chiar prin prognozarea inovării, el poate şi trebuie să devină un participant avizat şi conştient în elaborarea invenţiilor pilot.

3.8.5. *Legea dezvoltării inegale a componentelor obiectului (sistemului) tehnic; contradicţiile obiectelor tehnice*

Legea dezvoltării în stadii a tehnicii presupune implicit legea dezvoltării inegale a obiectelor tehnice conform principiului dialectic recunoscut, în conformitate cu care etapele liniştite a creşterilor cantitative sînt urmate de etape revoluţionare a transformărilor calitative.

Etapele creşterilor cantitative, ca rezultat al dezvoltării inegale a caracteristicilor sistemelor tehnice, conduce la *contradicţii*.

Contradicţiile reprezintă, în general, *neconcordanţa între cerinţele omului faţă de sistemul (obiectul) tehnic şi restricţiile determinate de legile naturii, societăţii, sociale, juridice, economice, de nivelul de dezvoltare a ştiinţei şi tehnicii, de condiţiile concrete de aplicare etc.*

O a doua clasă importantă de contradicţii sînt *contradicţiile tehnice*, care caracterizează situaţii, în care încercările de îmbunătăţire a unei (unor) caracteristici sau

părţi a unui sistem (obiect) tehnic, conduce la înrăutăţirea altei (altor) caracteristici sau părţi.

A treia clasă de contradicţii este reprezentată de *contradicţiile fizice*; se numeşte contradicţie fizică [17] situaţia cînd faţă de obiectul tehnic, prin datele problemei, se formulează cerinţe contradictorii (incompatibile), după următoarea schemă logică: obiectul tehnic trebuie să aibă atributul C şi - totodată - să aibă şi atributul opus - anti C.

Contradicţia fizică, de regulă, admite conflictul şi - paradoxal - tocmai prin aceasta grăbeşte soluţionarea.

3.9. Ingineria valorii şi inventica. Planuri operaţionale

Ingineria valorii, ca metodă de creştere a eficienţei producţiei materiale prin reducerea *costurilor de fabricaţie, concomitent cu îmbunătăţirea calitativă a produselor, acţionînd* la nivelul fazei de *concepţie constructivă* a acestora, reprezintă în acelaşi timp o ştiinţă a maximizării raportului dintre valoarea de întrebuinţare a unui produs şi costul de fabricaţie al acestuia. STAS nr. 11272/79 defineşte analiza valorii ca *„o metodă de cercetare-proiectare sistematică şi creativă, care prin abordarea funcţională urmăreşte ca funcţiile obiectului studiat să fie concepute şi realizate cu cheltuieli minime, în condiţii de calitate care să satisfacă necesităţile utilizatorilor în concordanţă cu cerinţele social-economice"*.

Planul ei operaţional, prezentat în literatura autohtonă de specialitate, conţine următoarele etape şi faze (acestea din urmă sînt înscrise între paranteze):

1. *Informare* (pe plan tehnic, pe plan social, pe plan economic de producţie);
2. *Analiza produsului eventual existent* (determinarea nomenclatorului de funcţii ale produsului; dimensionarea tehnică a acestora; determinarea ponderii lor în valoarea de întrebuinţare a produsului; analiza critică - această fază comportînd determinarea funcţiilor inutile în mod absolut ori numai pentru o parte din utilizatori sau pentru anumite domenii de utilizare - critica dimensiunilor tehnice ale funcţiilor comparativ cu necesităţile sociale, compararea ponderii funcţiilor în costuri şi în valoarea de întrebuinţare, desprinderea de concluzii privind direcţiile de îmbunătăţire constructivă a produsului);
3. *Reconcepţia produsului existent sau concepţia, în cazul produselor noi* (critica temei de proiectare, reformularea sau completarea ei; determinarea nomenclatorului de funcţii ale produsului în strînsă corelaţie cu necesităţile sociale; stabilirea - pe cît posibil - a limitelor maxime şi minime ale dimensiunilor tehnice ale funcţiilor; cercetarea şi elaborarea soluţiilor constructive posibile; selectarea celei mai bune soluţii - ceea ce implică parcurgerea unui ciclu cuprinzînd dimensionarea tehnică a funcţiilor, evaluarea variaţiei valorii de întrebuinţare a acestora; determinarea ponderii lor în valoarea de întrebuinţare a produsului, dimensionarea economică a funcţiilor, calculul variaţiei raportului V_i/C, compararea ponderii funcţiilor în costuri şi în valoarea de întrebuinţare şi calculul disproporţiilor, evaluarea eficienţei economice obţinute, selectarea soluţiei celei mai bune - pe baza rezultatelor obţinute prin cele de mai sus - pentru diversele soluţii considerate; formularea soluţiei selectate, cu toate detaliile

necesare aplicării ei);

4. *Asistenţă tehnică* pentru aplicarea studiului şi verificarea practică a rezultatelor.

În cazul cînd studiul de analiza valorii priveşte concepţia unui produs nou, se execută numai etapele prevăzute la punctele 1, 3 şi 4. În cazul reconcepţiei unui produs existent sînt obligatorii şi etapele prevăzute la punctul 2, care pe de o parte motivează reconsiderarea concepţiei constructive a produsului, iar pe de altă parte generează orientări cu privire la direcţiile în care trebuie acţionat, procurînd şi termeni de comparaţie mai precişi pentru evaluarea soluţiilor noi.

Inventica - ştiinţă şi artă a creaţiei tehnice, a căutării şi găsirii rezonanţelor tehnice, a căpătat în ultimii ani o structură polivalentă, ca ştiinţă şi artă a parcurgerii optimale a întregului drum, de la analiza stadiului actual al tehnicii în domeniu, la critica acestuia şi formularea temei de creaţie, de aici la folosirea metodelor şi tehnicilor de creaţie, la găsirea soluţiei originale viabile, la analiza inginerească a acesteia, la modelarea şi optimizarea de detaliu, iar de aici la implementarea industrială; ca ştiinţă şi artă a învingerii obstacolelor psihologice, gnoseologice, educaţionale, sociologice şi tehnico-organizatorice; ca praxiologie a demersului creativ în tehnică.

Planul operaţional al inventicii este următorul:

1. *analiza critică şi sistematizarea informaţiilor* (informare asupra soluţiilor constructiv-funcţionale existente, clasificarea şi sistematizarea informaţiilor, analiza inginerească a soluţiilor existente, evidenţierea lipsurilor generale ale stadiului tehnicii în domeniu, formularea temei de creaţie tehnică;

2. *creaţia tehnică* (utilizarea metodelor şi tehnicilor specifice acesteia, elaborarea noii soluţii, analiza ei inginerească, decizia de adoptare);

3. *proiectarea*;

4. *prototip experimental*;

5. *experiment - optimizare*;

6. *proiectarea prototipului industrial*;

7. *încercarea - omologarea acestuia.*

Cele două planuri operaţionale au multe lucruri comune şi preocupări interferente; *ingineria valorii nu se poate dispensa de creativitate* şi de demersul creativ, după cum nici *inventica nu se poate dispensa de analiza economică-inginerească* a soluţiilor existente în vederea formulării temei de creaţie, precum şi a soluţiei proprii elaborate.

Ca obiectiv strategic de bază, ambele discipline îşi propun *maximizarea raportului* V_i/C, ingineria valorii în special prin reducerea numitorului şi prin echilibrarea ponderii valorilor elementare de întrebuinţare cu ponderea cheltuielilor pentru realizarea acestora în costul total al produsului, iar inventica în special prin creşterea numărătorului (iar atunci cînd îşi propune ca obiectiv în primul rînd scăderea numitorului, o face prin intermediul perfecţionărilor tehnologiilor de fabricaţie).

În *realizarea de superproduse*, cu performanţe tehnic-calitative la nivel mondial şi peste acesta, competitive pe piaţa externă, *mai importantă se consideră creşterea numărătorului decît scăderea în aceeaşi proporţie a numitorului*; o maşină-unealtă sau o sculă aşchietoare la care raportul V_i/C este ridicat, dar numărătorul V_i (ansamblul atributelor produsului) este scăzut, de cele mai multe ori nu poate constitui un

superprodus. Nu interesează numai dacă funcţiile sau atributele au fost raţional echilibrate cu cheltuielile, ci şi cota absolută a valorii de întrebuinţare V_i (productivitatea, fiabilitatea, precizia, manevrabilitatea, reparabilitatea, puterea pe kg de greutate, randamentul mecanic, randamentul energetic etc.).

În consecinţă, se pot evidenţia trei *tipuri de teme de creaţie* în vederea realizării superproduselor: *de speţa I*, al căror scop este *creşterea performanţelor produsului*, prin ridicarea valorii unor atribute sau relevarea apariţiei unor atribute noi, neglijate anterior (creşterea absolută a valorii de întrebuinţare); *de speţa II*, care urmăresc *reducerea costurilor de fabricaţie*; *de speţa III*, ce vizează *sincronizarea - echilibrarea costurilor elementare cu valorile elementare de întrebuinţare corespunzătoare*.

Formularea ştiinţifică a temelor şi rezolvarea creativă a acestora vor conduce la produse originale, care să fie acoperite cu brevete naţionale, unele putînd şi trebuind să fie protejate şi în ţările în care se intenţionează a fi exportate. Un produs acoperit cu brevete naţionale este *probabil un superprodus*; un produs care nu are în structură sau în tehnologia sa de fabricaţie vreun brevet autohton *este sigur că nu este un superprodus*.

Produsul original, chiar dacă nu este decît egal în performanţe, la data lansării, cu produsele similare de vîrf cunoscute pe piaţa mondială, are două atuuri în plus:

- forţa psihologică a noutăţii;
- rezerva de optimizare, prin folosirea căreia, în cadrul procesului de optimizare organologică - de amănunt, performanţele devin superioare celor atinse anterior de produsele de aceeaşi categorie.

Perioada „romantică" a superproduselor apărute pe baza unor invenţii spontane, bazate pe inspiraţii, fără o prealabilă formulare ştiinţifică a temei de creaţie, a fost de mult depăşită, în prezent devenind dominante nu numai *logica creaţiei* propriu-zise, ci şi *logica* însăşi *a căutării unor teme realiste de creaţie*. Etapa de pregătire a devenit o etapă dominată de logică, de gîndirea convergentă, de analiza critică comparativă a valorii soluţiilor de vîrf existente.

3.10. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa I

Dacă analiza diagramelor şi matricelor morfologice ale ideilor sau a obiectului generalizat al creaţiei tehnice nu evidenţiază direct soluţia optimă şi lipsurile stadiului actual al tehnicii în domeniu, se poate apela la tehnica *„deciziei impuse"* din ingineria valorii, cu un înalt grad de obiectivitate. O astfel de necesitate apare şi în cazurile cînd soluţiile cunoscute nu pot fi net departajate, fiind, la prima vedere, de valori apropiate.

Tehnica *„deciziei impuse"* presupune parcurgerea succesivă a următoarelor faze de bază: listarea criteriilor de apreciere (atributelor) obiectivului creaţiei, în ordinea obişnuită de importanţă; ponderarea criteriilor, prin stabilirea coeficienţilor corespunzători de importanţă; reordonarea criteriilor după aceşti coeficienţi; compararea soluţiilor reprezentative cunoscute, prin prisma fiecărui criteriu (atribut) şi stabilirea numerelor valorice pentru fiecare soluţie; reordonarea soluţiilor după numărul valoric, stabilirea soluţiei optime şi a direcţiei actuale de dezvoltare a tehnicii în domeniu; evidenţierea lipsurilor stadiului actual al tehnicii; formularea temei de creaţie.

Tabelul 3.5

Crite-riul																Total decizii-pozitive	Coeficient de importanță
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	N	N/D
A	0	0,5	1	1	1											3,5	0,23
B	1					0,5	1	1	1							4,5	0,30
C		0,5				0,5				1	1	1				4	0,27
D			0				0			0			0,5	1		1,5	0,10
E				0				0			0		0,5		0,5	1	0,07
F					0				0			0		0	0,5	0,5	0,03
																15	1,00

Listarea şi ordonarea firească a criteriilor de apreciere (atributelor) pe care trebuie să le îndeplinească obiectul creaţiei pot fi realizate corect numai de un proiectant specializat în domeniu. În construcţia de maşini, aceste atribute sînt de tipul: productivitate, precizie, simplitate constructiv-funcţional-tehnologică, comoditate în exploatare, consum de combustibil, putere dezvoltată pe unitatea de greutate, durabilitate, cost de fabricaţie, consum de scule etc. De exemplu, pentru o maşină-unealtă criteriile principale de apreciere pot fi: productivitatea, precizia, calitatea suprafeţei prelucrate, fiabilitatea electrică, electronică şi hidraulică, stabilitatea la vibraţii, nivelul redus de zgomot, simplitatea constructiv-funcţională-tehnologică, ergonomicitatea, estetica, costul de fabricaţie etc. Pentru o sculă aşchietoare, criteriile de apreciere sînt: durabilitatea, capacitatea de a aşchia uşor cu forţe şi momente de aşchiere minime, precizia şi calitatea suprafeţelor aşchiate, fiabilitatea, simplitatea constructiv-funcţională, tehnologicitatea etc.

Ponderarea şi reordonarea criteriilor. În această fază, criteriile ordonate firesc, A, B, C, D, E, F, se compară între ele, două cîte două (tabelul 3.5), obţinîndu-se D decizii de forma 1-0; 0,5-0,5; sau 0-1, numărul total de decizii fiind:

$$D = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2} \tag{3.13}$$

în care n este numărul de criterii.

Pentru cazul din tabelul 3.5, sînt grupate şase criterii A, B, C, D, E, F, deci vor exista $D = 6 \cdot 5/2 = 15$ decizii.

Raportînd pentru fiecare criteriu, numărul N de decizii la numărul total de decizii D, se obţine coeficientul de importanţă N/D pentru fiecare criteriu. Se constată că ordinea obişnuită, adoptată iniţial, nu este confirmată, ci - aşa după cum rezultă din tabelul 3.6 de reordonare a criteriilor - criteriul A trece pe locul 3, criteriul B pe locul 1, iar criteriul C pe locul 2, criteriile D, E, F păstrîndu-şi locurile iniţiale.

Tabelul 3.6

Criteriul	B	C	A	D	E	F
Coeficientul de importanţă	K_B 0,30	K_C 0,27	K_A 0,23	K_D 0,10	K_E 0,07	K_F 0,03

Compararea soluţiilor reprezentative cunoscute şi stabilirea pentru fiecare a numerelor valorice: reordonarea soluţiilor după numerele valorice. În această fază, soluţiile reprezentative, de exemplu, a, b, c şi d sînt comparate între ele pe rînd, în ordine, după criteriile A, B, C, D, E, F (tabelul 3.7) găsindu-se numerele de decizii pozitive D_A, D_E, D_C, ..., D_F funcţie de fiecare criteriu.

Numerele de decizii pozitive se raportează de data aceasta nu numai la numărul total

Tabelul 3.7

Soluția	Decizii după criteriile															
	A						D_A	$0,23\ D_A$ /6	B						D_B	$0,3\ D_B$ /6
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6		
a	1	0	1				2	0,080	1	1	1				3	0,150
b	0			0	1		1	0,040	0			0	0		0	0
c		1		1		1	3	0,110		0		1		1	2	0,100
d			0		0	0	0	0			0		1	0	1	0,050

Soluția	Decizii după criteriile															
	C						D_C	$0,27\ D_C$ /6	D						D_D	$0,1\ D_D$ /6
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6		
a	0	1	0				1	0,045	1	1	1				3	0,050
b	1			1	0		2	0,090	0			1	0,5		1,5	0,025
c		0		0		1	1	0,045		0		0		0	0	0
d			1		1	0	2	0,090			0		0,5	1	1,5	0,025

continuare tabel 3.7

Soluția	Decizii după criteriile																	
	E						D_E	0,07 D_E /6	F						D_F	0,03 D_F /6	Numărul valoric al soluției N_v
	1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6			
a	0	0	0				0	0	1	1	1				3	0,015	0,340
b	1			1	1		3.	0,035	0			0	1		1	0,005	0,195
c		1		0		1	2	0,023		0		1		1	2	0,010	0,288
d			1		0	0	1	0,012			0		0	0	0	0	0,177

de decizii D, ci se afectează şi cu coeficienţii corespunzători de importanţă K_A ... K_N pentru fiecare criteriu.

În cazul general,

$$N_v = \frac{1}{D} \sum_{i=A}^{i=N} K_i D_i \qquad (3.14)$$

în care, $K_i = K_A, K_B, ..., K_N$, reprezentînd coeficienţii de importanţă a criteriilor A ... N.

$$D_i = D_A, D_B, ..., D_N$$

reprezentînd numerele de decizii pozitive din punctul de vedere al criteriilor A ... N.

În felul acesta, pentru exemplul dat, se poate stabili numărul valoric N_v, pentru fiecare soluţie, după relaţia:

$$N_v = \frac{0{,}23D_A + 0{,}30D_B + 0{,}27D_C + 0{,}10D_D + 0{,}07D_E + 0{,}03D_F}{6}$$

Este evident că:

$$\sum_{1}^{n} N_{vi} = 1$$

suma numerelor valorice pentru cele n soluţii analizate este egală cu unitatea.

Determinînd numerele valorice pentru cele patru soluţii, acestea se pot reordona (tabelul 3.8), constatîndu-se că soluţiile b şi c îşi schimbă între ele locul, iar soluţia optimă este soluţia a.

Tabelul 3.8

Soluţia	a	c	b	d
N_v	0,340	0,288	0,195	0,177

Soluţia a este cea care trebuie luată în considerare, ca soluţie reprezentativă a tehnicii actuale, care reflectă în acelaşi timp şi tendinţele de dezvoltare pe plan mondial a tehnicii în domeniu.

Dar analiza tabelului 3.3 de comparare a soluţiilor este relevantă şi pentru lipsurile stadiului actual al tehnicii, avînd ca reprezentativă soluţia a.

Soluţia a, optimă în cadrul stadiului actual al tehnicii, este însă slabă sub aspectul criteriului C şi foarte slabă sub aspectul criteriului E. În aceste condiţii se poate formula tema de creaţie:

- Concepţia, pornind de la soluţia a, a unei noi soluţii, care să elimine dezavantajele acesteia sub aspectul criteriilor C şi E.

3.11. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa II

Temele de creaţie din această categorie au drept scop reducerea costurilor de fabricaţie C şi prin aceasta, creşterea raportului V_i/C - obiectiv fundamental al activităţii inginereşti.

Concretizarea temei de creaţie de speţa II, în conformitate cu obiectivul general - reducerea costurilor - presupune parcurgerea următoarelor etape:

4.1. Nominalizarea, ponderarea şi reordonarea funcţiilor (valorilor elementare de întrebuinţare - a criteriilor) produsului prin determinarea coeficienţilor corespunzători de importanţă, K_A, K_B, ..., K_N, în care $K_A + K_B + ... + K_N = 1$.

4.2. Determinarea cuantumurilor costurilor funcţiilor elementare în costul total, C_A, C_B, ..., C_N, în care, $C_A + C_B + ... + C_N = 1$.

4.3. Depistarea costurilor elementare cu ponderea cea mai mare în costul total (de exemplu, C_B şi C_C).

4.4. Formularea temei de creaţie de speţa II în două variante de bază.

Varianta I:

„Tehnologie pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

„Tehnologie şi sculă pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

„Procedeu, sculă şi dispozitiv pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

„Sculă şi maşină-unealtă specială pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

„Procedeu şi maşină de lucru pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

„Robot sau celulă robotizată pentru creşterea productivităţii la realizarea funcţiilor B şi C".

Temele în această variantă vor fi formulate în cazurile cînd ponderea cea mai mare în costurile C_B şi C_C o reprezintă manopera.

Varianta II:

„Restructurarea şi adaptarea dispozitivelor, subansamblelor, mecanismelor, organelor de maşini, în vederea înlocuirii materialelor scumpe din structură prin materiale ieftine-accesibile".

Temele în această variantă vor fi formulate în special atunci, cînd ponderea cea mai mare în costurile C_B şi C_C o au materialele, în special materialele deficitare şi materialele importate.

3.12. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa III

Temele de creaţie din această categorie au drept scop fundamental echilibrarea costurilor elementare cu ponderea valorilor elementare de întrebuinţare corespunzătoare, pornindu-se de la premiza că un produs raţional conceput tehnico-economic respectă condiţia:

Concretizarea temei de creaţie de speţa III presupune parcurgerea următoarelor etape:

$$\frac{K_A}{C_A} = \frac{K_B}{C_B} = ... = \frac{K_N}{C_N} = M = constant \qquad (3.15)$$

- Nominalizarea, ponderarea şi reordonarea funcţiilor (valorilor elementare de întrebuinţare a criteriilor), produsului, prin determinarea coeficienţilor de importanţă K_A, K_B, ..., K_N.

- Determinarea cuantumurilor costurilor funcţiilor elementare în costul total al produsului, C_A, C_B, ..., C_N.

- Verificarea condiţiei de echilibru dintre valorile elementare de întrebuinţare K_A, K_B, ..., K_N şi cuantumul costurilor corespunzătoare, C_A, C_B, ..., C_N.

$$\frac{K_A}{C_A} = \frac{K_B}{C_B} = ... = \frac{K_N}{C_N} = M = constant$$

- Depistarea raportului K_i/C_i la care costul elementar C_i este exagerat în raport cu funcţia elementară K_i, folosindu-se şi metoda grafică pentru determinarea disproporţiei maxime.

- Formularea temei de creaţie de speţa III, sub forma:

„Soluţia constructiv-funcţional-tehnologică pentru reducerea costului elementar C_i, astfel încît raportul K_i/C_i să devină egal cu raportul mediu M realizat de celelalte costuri şi funcţii elementare".

3.13. Dinamica procesului în domeniul perfecţionărilor tehnice

După cum subliniază Tadeusz Kotarbinski „orice progres este o eliberare, ..., întrucît ori de cîte ori s-a realizat o perfecţionare, s-a dobîndit priceperea de a face ceva ce înainte nu se putea face. S-a obţinut deci eliberarea de o restricţie, de o dificultate, de un obstacol, de o îngrădire" [3]. Autorul consideră, pe bună dreptate, că „noţiunea-cheie a dinamicii progresului ... este cea de situaţie coercitivă" (situaţie de constrîngere), situaţie în care omul este nevoit în mod acut să treacă la acţiune şi să acţioneze eficient-creativ, întrucît aşa cum a arătat Jakub Gorski în cartea sa *Consiliul statului*, apărută încă în 1557, „... căci după cum îmbelşugarea peste măsură afundă pe om în lene şi ticăloşie, tot aşa lipsurile îl fac simţitor, iscusit şi vajnic ... oamenii care sălăşuiesc pe meleaguri sterpe sînt mai harnici". Oamenii croiesc drumuri noi atunci cînd nu pot ieşi din impas decît pe o cale nouă. În situaţii coercitive, conflictuale, de luptă, de depăşire a unor nevoi acute, oamenii adesea se zbat din răsputeri şi descoperă perfecţionarea necesară: *nevoia este mama tuturor invenţiilor*.

Dar progresul nu apare la depăşirea oricăror genuri de nevoi, ci numai atunci cînd se iveşte nevoia unor condiţii pentru a căror satisfacere trebuie să se depună eforturi de a perfecţiona procedeele folosite pînă atunci.

În momentul în care apare o situaţie coercitivă şi conştiinţa că ea a apărut, se naşte şi o acţiune urmărind găsirea unei soluţii, forma de bază a acţiunii fiind încercarea [3].

După părerea lui T. Kotarbinski „perfecţionările se formează în următoarea ordine: se fac încercări iniţiale, se caută procedeul eficient, care apoi este permanentizat ... omul

ştie să-şi observe o cucerire funcţională, un procedeu eficient, ştie să-şi dea seama nu numai senzorial, ci şi noţional de esenţa unei ameliorări tehnice, izbuteşte s-o caracterizeze prin propoziţii, ... poate să comunice şi altor oameni o perfecţionare, ... el poate să coopereze cu alţii pe baza înţelegerii realizate prin limbaj, să-i înveţe pe cei mai tineri, transmiţînd în felul acesta generaţiilor următoare izbînzile înaintaşilor. De aceea, în dinamizarea progresului tehnic nu se poate ignora rolul important al rutinei şi automatismului, ca factori esenţiali în economizarea acţiunilor, dar dacă acestea nu sînt apreciate şi folosite lucid, pot deveni importante frîne în dezvoltare. Rolul progresist al automatismului constă în aceea că permite desfăşurarea *„de la sine"* a anumitor procese de dezvoltare tehnică, fără o intervenţie de dirijare din partea subiectului acţiunii care în felul acesta este degrevat de anumite lucruri, putînd să-şi concentreze efortul conştient în altă direcţie, de exemplu în combinări, asocieri şi restructurări creative.

Echilibrarea automatismelor - economizoare ale acţiunii - cu demersurile creative, cele prin care se realizează progresul tehnic propriu-zis, reprezintă un parametru artizanal al pregătirii generale a inventatorului modern şi nu se poate realiza decît într-un singur mod eficient: practicarea un timp îndelungat a inventicii.

Pe de altă parte, depistarea nevoilor tehnice, a celor care împing ştiinţa cel mai eficient înainte, este echivalentă cu *inventarea temelor de creaţie tehnică*, care reprezintă de fapt o primă parte a oricărui proces de inventare, ceea ce, după cum a rezultat din paragrafele precedente, se poate realiza riguros, logic, pe cale deductivă. Şi acest fapt conduce la o economizare a acţiunilor în demersurile creative, făcîndu-le uneori trasnsferabile eficient mijloacelor electronice de calcul.

Parafrazîndu-l pe T. Kotarbinski la dictonul „orice progres este o eliberare", în numeroase procese inventive, *un progres - o invenţie este în acelaşi timp o treaptă nouă spre o altă invenţie*. Aşa cum rezultă din capitolul referitor la analizele de cazuri de procese şi şiruri de procese inventive din prezenta lucrare, invenţia „terminus" superioară, care reprezintă ultima treaptă în materializarea potenţialului creativ al unui inventator, nu este posibilă fără realizarea treptelor precedente, care reprezintă - în acelaşi timp - sursele principale pentru formularea şi dezvoltarea noilor teme de creaţie. Se confirmă aforismul lui T. Kotarbinski: „oamenii fac ca ceva să trebuiască să fie făcut". *Inventatorii care ştiu să-şi creeze şi să se situeze eficient în situaţii coercitive au cele mai bune şanse să devină mari performeri în tehnică.*

BIBLIOGRAFIE

1. Belous V. - *Interferenţele inventicii. Inventica - psihologia consonantistă - logica rezonanţei*. Lucrările celui de al II-lea simpozion de Inventică, Iaşi, 1986, pp. 64-70.
2. Kotarbinski Tadeusz - *Dezvoltarea praxiologiei*. În: Kultura i spoluzenstwo. Anul V, 1961, nr.4, (traducere în l.română în vol. „Tratat despre lucrul bine făcut". Editura Politică, Bucureşti, 1976). pp. 434-454.
3. Kotarbinski Tadeusz - *Tratat despre lucrul bine făcut*. Editura Politică, Bucureşti, 1976.
4. Mureşan Valentin - *Valorile şi criteriile eficienţei*. Editura Politică, Bucureşti, 1986.
5. Wright, Georg Henrik von - *An Essay in Deontic and the General Theory of Action*. North - Holland Pub. Co Amsterdam, 1968.

6. Popa Cornel şi colab. - *Logica acţiunii*. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1983.
7. Popa Cornel - *Teoria acţiunii şi logica formală*. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1984.
8. Popa Cornel şi colab. - *Praxilogie şi logică*. Editura Academiei, Bucureşti, 1984.
9. Tudosescu Ion - *Structura acţiunii sociale*. Editura Politică, Bucureşti, 1972.
10. Tudosescu Ion - *Rolul valorilor culturii şi al calităţii muncii în determinarea modului de trai*. În volumul "Creaţie valorică şi acţiune", Editura Politică, Bucureşti, 1984.
11. Postelniçu Gh. - *Creşterea economică intensivă*. Editura Politică, Bucureşti, 1986.
12. Belous V., Stefani T. - *Elaborarea logică a temelor de creaţie tehnică în vederea creşterii ponderii superproduselor şi al supertehnologiilor*. În: Revista economică (supliment) nr.24, 12 iunie 1987, pp. 3-6.
13. Polovinkin A.I. - *Osnovî injinernovo tvorcestva*. Editura Maşinostroenie, Moskva, 1988.
14. Koller R. - *Konstruktionsmethode fur den Maschinen-Geräte und apparatebau*. Springer Verlag, Berlin, 1976.
15. Polovinkin A.I. - *Zaconî stroenia i razvitia tehniki*. I.P. Volgograd, 1985.
16. Polovinkin A.I. şi colab. - *Avtomatizaţia poiskovovo konstruirovania*. Editura Radio sveazi, Moskva, 1981.
17. Altşuler G.S. şi colab. - *Poisk novîh idei: ot ozarenia K Tehnologhii Kişinău*. Editura Cartea Moldovenească, 1989.
18. Meleşcenko I.S. - *Tehnica i zaconomernosti eio razvitia*. Editura Lenizdat, Leningrad, 1970.
19. Kamenev A.F. - *Tehniceskie sistemî; zaconomernosti razvitia*. Editura Maşinostroenie, Leningrad, 1985.
20. Belous V. - *Unele aspecte praxiologice ale inventicii*. Lucrările ştiinţifice ale Asociaţiei Oamenilor de Ştiinţă din România, Vol. I, Iaşi, 1990, pp. 50-57.

CAPITOLUL 4

INVENTICA - ŞTIINŢĂ ŞI ARTĂ A CREAŢIEI TEHNICE. POLIVALENŢA ŞI INTERFERENŢELE INVENTICII

Inventica modernă este concepută ca ştiinţă şi artă a creaţiei tehnice, ştiinţă în măsura în care procesul creativ este transferat gîndirii convergente, algoritmicului, logicului, combinatoricii şi artă - în măsura în care rămîne şi se manifestă eficient în sfera gîndirii divergente, a euristicului, a conlucrării dintre conştient şi subconştient, a abilităţii alternării şi combinării folosirii metodelor şi tehnicilor logice cu cele intuitive, a gîndirii convergente cu cea divergentă a algoritmicului cu euristicul, a deducţiei cu inducţia, a analizei cu sinteza.

Situată la confluenţa dintre sociologie, psihologie, logică, tehnologie, economie, organizare, estetică şi drept industrial, inventica, în aceeaşi măsură ca şi ingineria valorii sau proiectarea creativă are drept scop fundamental, îmbinarea creatoare a cunoştinţelor polivalente ale inventatorului, pentru realizarea în condiţii restrictive determinate, a unor soluţii caracterizate prin maxim de funcţional şi minim de costuri.

Pornind de la premiza că o adevărată creaţie tehnică se încheie cu larga sa valorificare industrială, inventica în noua sa versiune ieşeană - este concepută în egală măsură, ca o ştiinţă şi artă a parcurgerii optimale a anevoiosului drum de la sinteza informaţiilor asupra stadiului actual al tehnicii, de la critica ştiinţifică a acestuia şi formularea logică a temei de creaţie, pînă la implementarea eficientă a creaţiei tehnice obţinute în producţie.

Studiind cauzele sterilităţii tehnice de ordin *psihologic* (inerţia psihologică, rigiditatea funcţională, frica de critică şi autocritică, descurajarea şi autodescurajarea, influenţa inhibantă a autorităţilor în domneniu etc.), de ordin *gnoseologic* (necunoaşterea procesului de creaţie tehnică, dezvoltarea insuficientă a metodelor euristice şi logice de creaţie, lipsa de informaţii, supraspecializarea incorect structurată, necunoaşterea legislaţiei protecţiei industriale şi a tehnicii redactării descrierilor de invenţii, necunoaşterea reglementărilor privind implementarea industrială etc.), de ordin *educaţional-pedagogic* (prezentarea fixistă a stadiului actual al tehnicii, lipsa deschiderilor spre nou, lipsa calităţilor moral-volitive, insuficienţa motivaţiei etc.), de ordin *tehnico-organizatoric* (posibilităţi reduse ale inventatorilor de a-şi conduce prin mijloace proprii ideile în faze cît mai înaintate de valorificare, prin realizarea, experimentarea şi optimizarea prototipurilor şi tehnologiilor) şi de ordin *psiho-social*, inventica reprezintă în acelaşi timp, *ştiinţa şi arta depăşirii acestor obstacole* (fig.4.1).

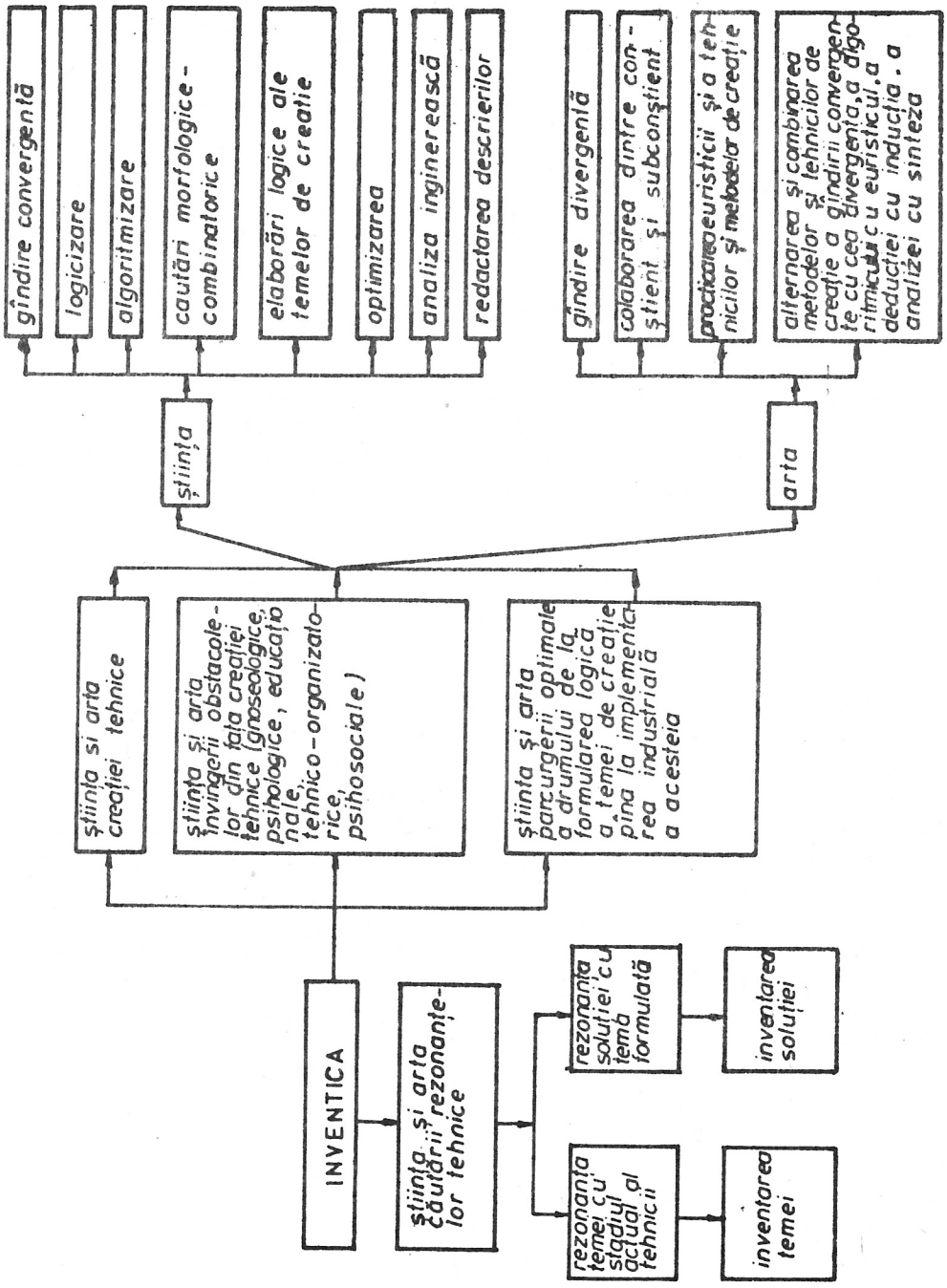

gîndire convergentă
logicizare
algoritmizare
cautări morfologice-combinatorice
elaborări logice ale temelor de creatie
optimizarea
analiza inginerească
redactarea descrierilor
gîndire divergentă
colaborarea dintre conştient şi subconştient
practicarea euristicii şi a tehnicilor şi metodelor de creaţie
alternarea şi combinarea metodelor şi tehnicilor de creaţie a gîndirii convergente cu cea divergentă, a algoritmului cu euristicul, a deducţiei cu inducţia, a analizei cu sinteza
ştiinţa
arta
ştiinţa şi arta creaţiei tehnice
ştiinţa şi arta învingerii obstacolelor din fata creaţiei tehnice (gnoseologice, psihologice, educaţionale, tehnico-organizatorice, psihosociale)
ştiinţa şi arta parcurgerii optimale a drumului de la formularea logică a temei de creaţie pînă la implementarea industrială a acesteia
INVENTICA
ştiinţa şi arta căutării rezonanţelor tehnice
rezonanţa temei cu stadiul actual al tehnicii
rezonanţa soluţiei cu tema formulată
inventarea temei
inventarea soluţiei

Figura 4.1

Rezultă că problematica inventicii moderne este mult mai cuprinzătoare decît cea din cunoscuta lucrare l'Inventique, aparţinînd lui A. Kaufman, M. Fustier şi N. Drevét, consacrată în primul rînd şi aproape în exclusivitate, ştiinţei căutării de noi soluţii, bazată preponderent pe combinatorică. Astfel concepută, inventica poate fi considerată ca făcînd parte integrantă dintr-o disciplină cu conţinut mai larg, denumită creatologie, care reprezintă ştiinţa şi arta creaţiei în general. În accepţiunea sa modernă, inventica nu este integral cuprinsă în creatologie, dar este profund interferată cu aceasta.

4.1. Locul inventicii în ansamblul ştiinţelor

Folosindu-se principiul lui Kedrov de clasificare a ştiinţelor prin ordonarea acestora după complexitatea obiectului de studiu şi a legilor specifice, în conformitate cu care ştiinţele naturii, societăţii şi gîndirii sînt amplasate paralel cu ştiinţele aplicativ-tehnice, inventica - în calitate de ştiinţă de confluenţă - este comod să fie amplasată în centrul unei clasificări circular-radiale, în care pe o jumătate de cerc (fig.4.2) sînt amplasate ştiinţele naturii, societăţii şi gîndirii, iar pe cea opusă - cele cu caracter tehnico-aplicativ.

Proiectantul creativ - inventatorul, avînd permanent în faţă obiectivul general al ingineriei valorii, obţinerea de maxim funcţional cu minim de costuri, trebuie să fie un om de o largă cultură ştiinţifică, tehnică, economică şi chiar filosofică-umanistă.

Numai o amplă pregătire în ştiinţele tehnice generale, hidraulică, termotehnică, teoria elasticităţii şi plasticităţii şi rezistenţa materialelor, organe de maşini şi mecanisme, îi poate permite şi-i conferă siguranţa în atacarea şi rezolvarea în fondul lor a problemelor de creaţie tehnică. La rîndul lor, ştiinţele tehnice de specialitate, de motoare, maşini-unelte, dispozitive, scule, instalaţii, maşini-agricole, maşini de prelucrat prin deformare îl fac specialist în domneniu, îl asigură cu mulţimea elementelor cu care să opereze în procesul combinatoric-asociativ-extrapolativ al creaţiei tehnice şi-i permit să parcurgă cu succes fazele logice ale procesului inventiv, analiza şi sinteza informaţiilor şi în special analiza inginerească şi evaluarea soluţiilor proprii.

Foarte important pentru inventică este faptul că pregătirea fundamentală şi cea tehnică generală îl feresc pe inventatorul specialist de inerţia psihologică şi îi conferă o accentuată flexibilitate a gîndirii, în timp ce pregătirea de specialitate, dacă este subordonată unor sisteme tradiţionale închise de prezentare, poate accentua inerţia psihologică, conducînd la rigiditatea gîndirii, la sterilitate.

Unul dintre atributele de bază ale oricărei invenţii este fezabilitatea-tehnologicitatea, capacitatea acesteia de a putea fi realizată cu mijloace simple şi productive - ieftin. Pentru aceasta, inventatorul trebuie să fie un bun tehnolog, să cunoască tehnologiile, procesele şi utilajele productive specifice domeniului în care lucrează, să cunoască producţia industrială, principiile organizării, desfacerii şi ale marketingului.

Pe de altă parte, activitatea creatoare a inventatorului se desfăşoară în anumite conjucturi economice (ale întreprinderii, departamentului, ministerului, naţionale şi mondiale) psihologice, sociale, politice, dominate de anumite concepţii filosofice.

În fine, inventatorul - desfăşurîndu-şi activitatea între oameni, în societate - trebuie să fie cultivat şi în domeniul umanistic-artistic, al arhitecturii, esteticii industriale şi al

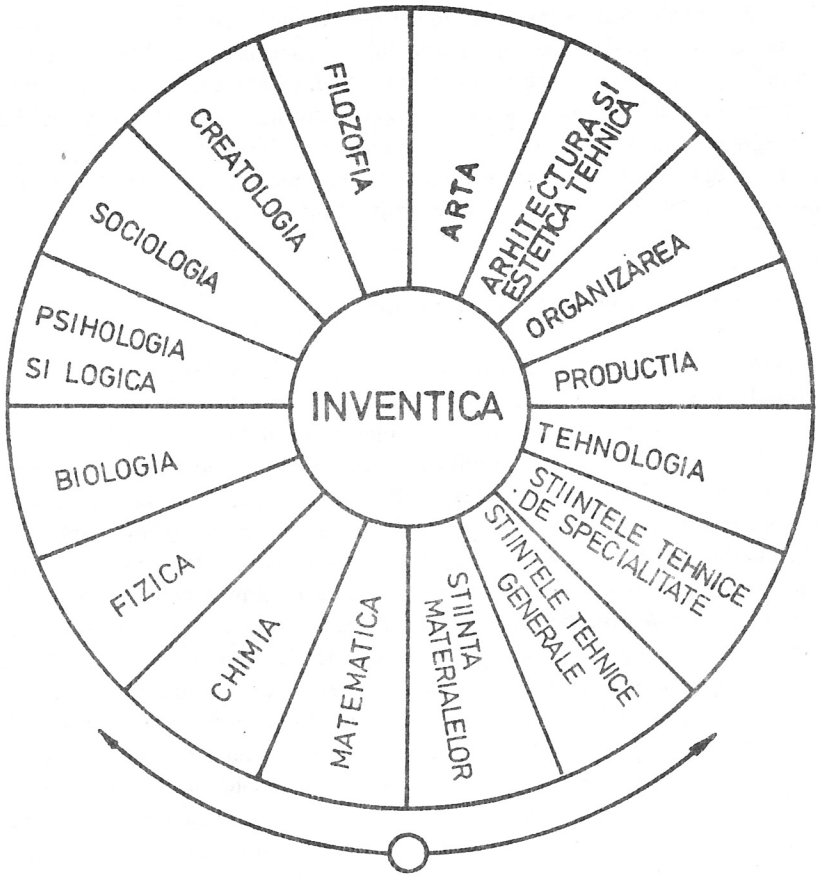


Figura 4.2

artei. Să nu se uite nici o clipă că estetica este unul dintre atributele de bază ale oricărui produs. Stiinţa folosirii raţionale şi eficiente a ansamblului acestor cunoştinţe în activitatea de concepţie îl reprezintă proiectarea creativă, profund interferată cu inventica.

4.2. Inventica şi proiectarea creativă

După John Dixon [1] *obiectul proiectării creative este realizarea în condiţiile restrictive determinate de metodologia rezolvării, a unui element, sistem sau proces, care asigură rezolvarea optimală a problemei date, în condiţii restrictive impuse însăşi soluţiei.*

Condiţiile restrictive ale metodologiei rezolvării se referă la timpul material afectat,

la volumul cunoştinţelor inventatorului, la utilajele de laborator şi pentru realizarea prototipurilor, la tehnica de calcul etc.

Condiţiile restrictive ale însuşi obiectului creaţiei, ale soluţiei, se referă la cele fizice, la materialele impuse, la tehnologiile şi utilajele producţiei de serie existente, la preciziile de execuţie posibile etc.

După John Dixon proiectarea creativă are trei părţi de bază:

1. *Generarea soluţiilor.*
2. *Analiza inginerească.*
3. *Luarea deciziilor.*

Inventica, în calitate de ştiinţă şi artă a creaţiei tehnice, aşa cum s-a arătat mai înainte, cuprinde şi aceste părţi, dar într-o altă proporţie. Dacă în manualele de proiectare creativă partea 1, generarea soluţiilor nu reprezintă decît 10% din volumul total, insistîndu-se pe analiza inginerească şi pe luarea deciziilor, într-un manual de inventică, proporţia primei părţi depăşeşte 50%, acordîndu-se totuşi importanţă şi analizei inginereşti şi luării deciziilor, de care inventica nu poate fi despărţită şi completîndu-se cu capitole referitoare la tehnica elaborării descrierilor de invenţii, la legislaţia brevetării, a protecţiei proprietăţii industriale şi a implementării industriale a progresului tehnic, la principiile tactice şi strategice ale acţiunii inventatorului.

În cazul *proiectării creative* fazele dominante sînt cele de sinteză inginerească, de creaţie a unor soluţii constructiv-funcţionale-tehnologice superioare celor cunoscute pe plan mondial.

În acest scop, diferenţierile dintre proiectarea creativă şi cea reproductivă încep din fazele de analiză şi de sistematizare a informaţiilor.

Aceste faze sînt diferenţiate prin scopul pe care-l urmăresc; dacă la proiectarea reproductivă, analiza inginerească a soluţiilor noi existente pe plan mondial are drept scop stabilirea celei optime şi formularea pe această bază a temei de proiectare-reproiectare, în cazul proiectării creative-inginereşti, analiza inginerească are drept scop principal evidenţierea lipsurilor generale ale stadiului tehnicii din domeniu, în vederea formulării temei de creaţie tehnică, prin care să se elimine aceste lipsuri (fig.4.3).

Pentru pregătirea fazelor de creaţie tehnică, specifice proiectării inginereşti, analiza inginerească a soluţiilor existente este asociată cu elaborarea diagramei, a matricelor morfologice şi a obiectului generalizat al creaţiei tehnice, surse importante pentru realizarea de noi combinaţii de parametri.

În continuare, proiectantul de concepţie, utilizînd metodele şi tehnicile de elaborare a ideilor, realizează noua soluţie, pe care o supune apoi analizei inginereşti. Cu cît mai radicală este noua soluţie, cu atît se simte mai acut nevoia de realizare prealabilă a unui model funcţional în vederea adoptării deciziei.

În ipoteza unei concluzii favorabile a analizei inginereşti şi în urma experimentării modelului, se formulează tema de proiectare şi se trece la proiectarea propriu-zisă, după un flux asemănător celui din cazul proiectării reproductive.

Literatura de specialitate din domeniul proiectării creative a fost marcată în ultimii ani de lucrări valoroase, cum sînt cele referitoare la metodologia generală şi tehnicile proiectării creative, ale sintezei inginereşti, datorate lui John Dixon [1] Percy Hill [2] L.W. Crum [3], H.R. Buhl [4], P.H. Edel Jr. [5], J.B. Gibson [6], E.W. Krick [7],

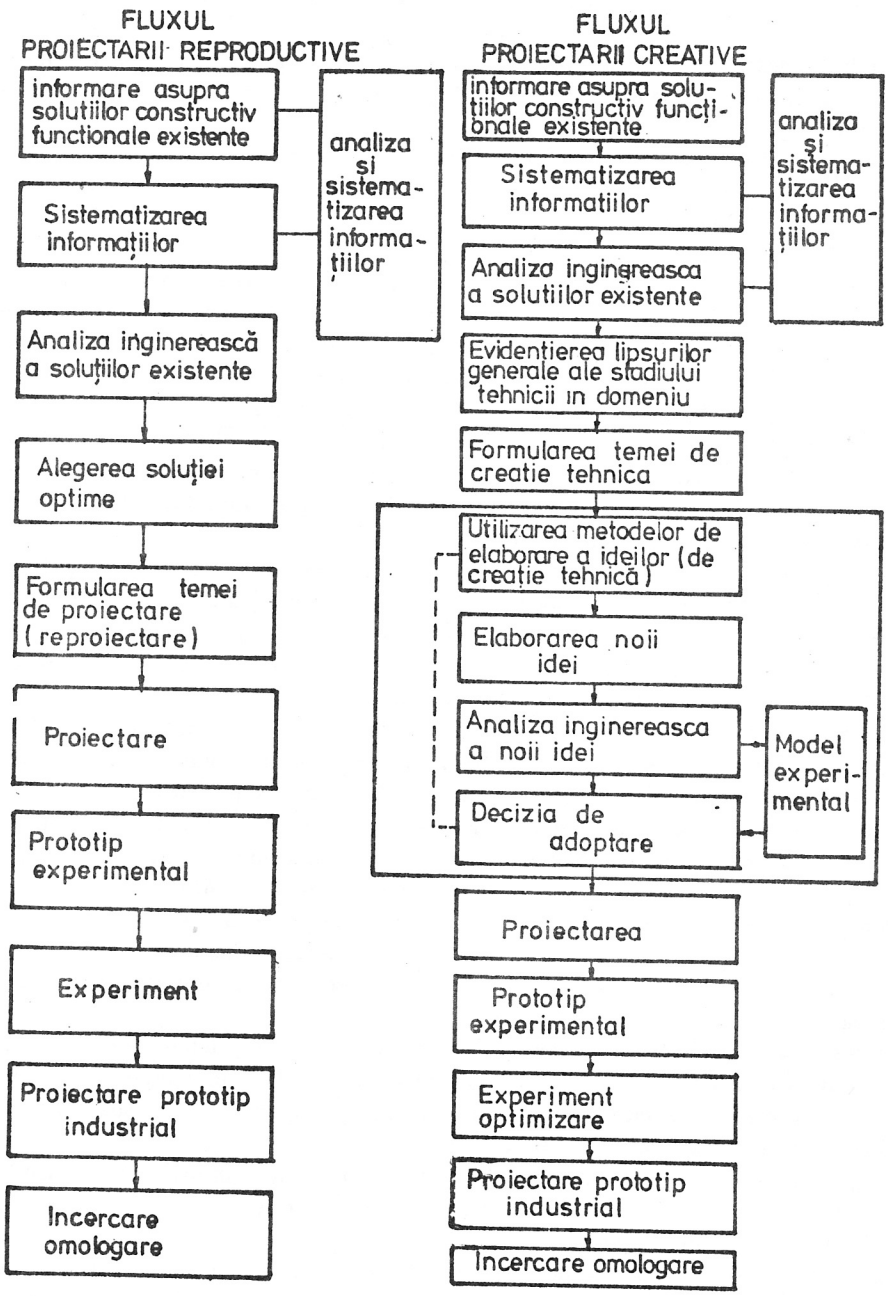

FLUXUL
PROIECTARII REPRODUCTIVE
informare asupra solutiilor constructiv functionale existente
Sistematizarea informațiilor
Analiza inginerească a soluțiilor existente
Alegerea soluției optime
Formularea temei de proiectare (reproiectare)
Proiectare
Prototip experimental
Experiment
Proiectare prototip industrial
Incercare omologare
analiza și sistematizarea informațiilor
FLUXUL
PROIECTARII CREATIVE
informare asupra soluțiilor constructiv funcționale existente
Sistematizarea informatiilor
Analiza inginereasca a solutiilor existente
Evidentierea lipsurilor generale ale stadiului tehnicii in domeniu
Formularea temei de creatie tehnica
Utilizarea metodelor de elaborare a ideilor (de creație tehnică)
Elaborarea noii idei
Analiza inginereasca a noii idei
Decizia de adoptare
Model experimental
analiza și sistematizarea informațiilor
Proiectarea
Prototip experimental
Experiment optimizare
Proiectare prototip industrial
Incercare omologare

Figura 4.3

W.N. Middendorf [8], J.R. Alger şi C.V. Hays [9], P.H. Roc, G.N. Soulis şi V.K. Handa [10], precum şi cele referitoare la tehnicile logice-deductive de creaţie datorate lui A. Kaufman, M. Fustier şi N. Drevét [11] sau la metodele şi tehnicile intuitive de creaţie elaborate de Alex Osborn [12] sau W.I. Gordon [13], precum şi recentele lucrări ale lui A.I. Polovinkin [39] şi H.S. Altşuler [40].

Pe baza acestor lucrări şi a experienţei proprii, de peste 25 ani, a autorului, în domeniul creaţiei tehnice şi proiectării creative, [14] ... [19], [22] ... [29], s-a elaborat o tehnologie tip pentru sinteza creativă a sculelor aşchietoare [20]. Experimentarea cu bune rezultate a acestei tehnologii în formarea inginerilor de concepţie, a permis prin extindere, elaborarea unui flux general al proiectării creative în construcţia de maşini, reprezentat în figura 4.4 [22, 23].

Inventica reprezintă ştiinţa şi arta parcurgerii optimale a fluxului general al proiectării creative, suprapunîndu-se în mare măsură cu teoria proiectării creative.

4.3. Inventica şi proiectarea optimală

Procesul în care se maximizează caracteristica calitativă a proprietăţilor dorite ale obiectului sau se minimizează caracteristica calitativă a proprietăţilor nedorite ale acestuia poartă denumirea de optimizare, iar partea din matematici destinată studiului maximelor şi minimelor, precum şi determinării cantitative ale acestora a căpătat denumirea de teoria optimizării [30]. În consecinţă, proiectarea optimală se poate defini ca un proces de optimizare a funcţiilor utilizate în problemele de proiectare tehnică. Cu alte cuvinte, obiectivul de bază al proiectării optimale este realizarea de obiecte tehnice cu funcţii optimizate-extremizate şi coincide cu obiectivul general al inventicii şi cel al ingineriei valorii. Proiectarea optimală se suprapune în mare măsură cu logica proiectării creative, a cărei pondere în traseul general al inventicii se află într-o viguroasă expansiune. Este evident că în procesele de creaţie tehnică predomină optimizarea globală, al cărei obiectiv este găsirea ansamblului parametrilor care satisfac maximal ansamblul funcţiilor scop, în condiţiile existenţei unor restricţii funcţionale şi a unor restricţii spaţiale. Dacă prin aceste căutări se obţin *valori optime ale parametrilor*, procesul de optimizare nu reprezintă propriu-zis un proces creativ, întrucît valorile, mărimile unor parametri ai obiectivelor tehnice nu pot servi drept revendicări în descrierile de invenţii.

În această ipostază, teoria optimizării prezintă importanţă numai într-o etapă înaintată a procesului creativ în tehnică - în etapa încercării şi optimizării prototipului invenţiei, a optimizării cantitative a subansamblelor, a elementelor componente, etapă de maximă importanţă pentru punerea integrală în valoare a noii soluţii. Multe invenţii se pierd nejustificat tocmai datorită faptului că nu se insistă suficient pentru punerea la punct a acestora, etapă în care optimizarea de amănunt joacă rolul de bază.

Teoria optimizării poate conduce nu numai la optimizări de amănunt, ci şi la optimizări structurale; este suficient de amintit două cunoscute metode de optimizare - metoda programării dinamice şi optimizarea prin calcul variaţional [11], [30...32], al căror scop este găsirea nu a unor valori optime, ci a unor *structuri şi legi optime*,

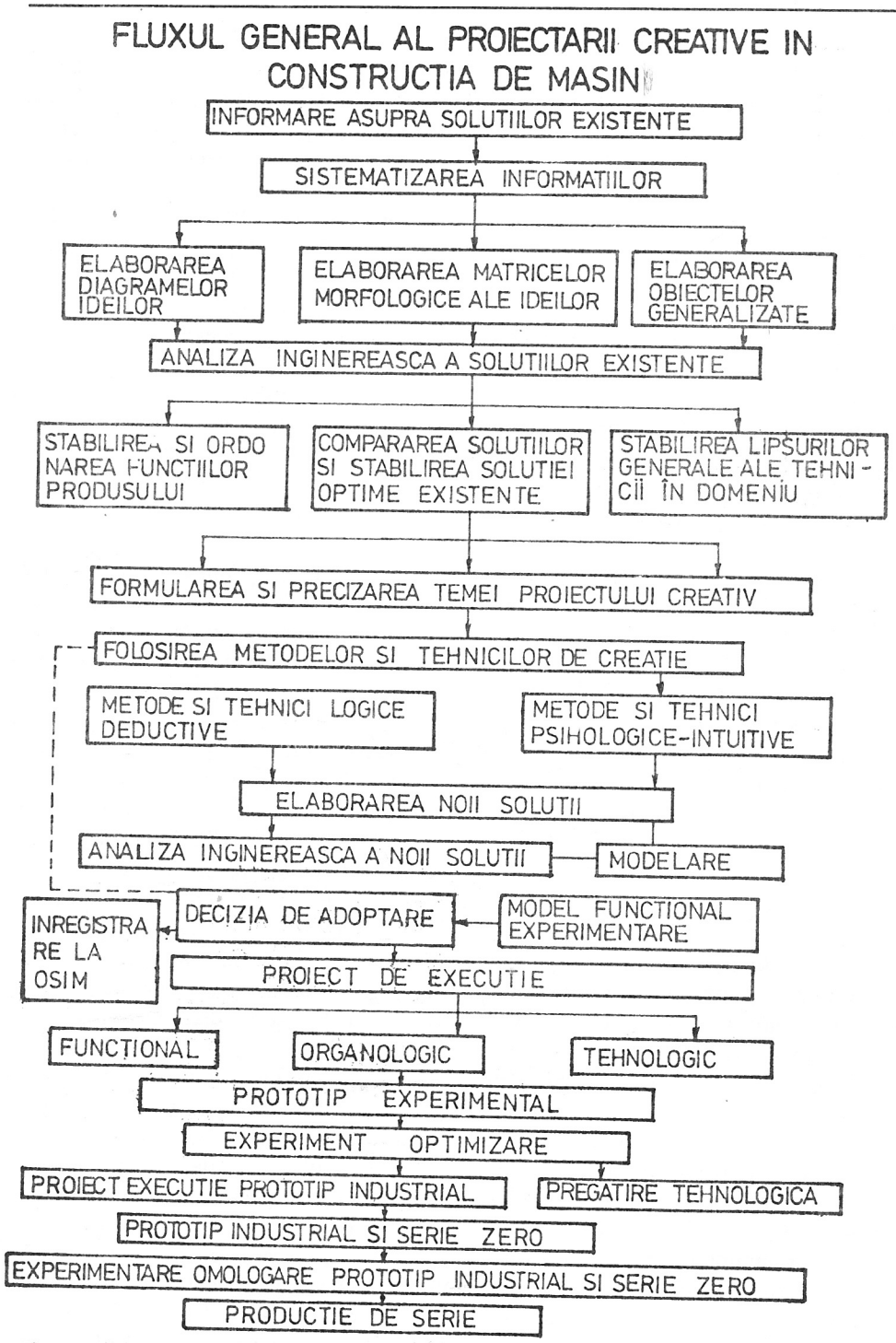

FLUXUL GENERAL AL PROIECTARII CREATIVE IN CONSTRUCTIA DE MASINI
INFORMARE ASUPRA SOLUTIILOR EXISTENTE
SISTEMATIZAREA INFORMATIILOR
ELABORAREA DIAGRAMELOR IDEILOR
ELABORAREA MATRICELOR MORFOLOGICE ALE IDEILOR
ELABORAREA OBIECTELOR GENERALIZATE
ANALIZA INGINEREASCA A SOLUTIILOR EXISTENTE
STABILIREA SI ORDONAREA FUNCTIILOR PRODUSULUI
COMPARAREA SOLUTIILOR SI STABILIREA SOLUTIEI OPTIME EXISTENTE
STABILIREA LIPSURILOR GENERALE ALE TEHNICII ÎN DOMENIU
FORMULAREA SI PRECIZAREA TEMEI PROIECTULUI CREATIV
FOLOSIREA METODELOR SI TEHNICILOR DE CREATIE
METODE SI TEHNICI LOGICE DEDUCTIVE
METODE SI TEHNICI PSIHOLOGICE-INTUITIVE
ELABORAREA NOII SOLUTII
ANALIZA INGINEREASCA A NOII SOLUTII
MODELARE
INREGISTRARE LA OSIM
DECIZIA DE ADOPTARE
MODEL FUNCTIONAL EXPERIMENTARE
PROIECT DE EXECUTIE
FUNCTIONAL
ORGANOLOGIC
TEHNOLOGIC
PROTOTIP EXPERIMENTAL
EXPERIMENT OPTIMIZARE
PROIECT EXECUTIE PROTOTIP INDUSTRIAL
PREGATIRE TEHNOLOGICA
PROTOTIP INDUSTRIAL SI SERIE ZERO
EXPERIMENTARE OMOLOGARE PROTOTIP INDUSTRIAL SI SERIE ZERO
PRODUCTIE DE SERIE

Figura 4.4

obiective care, integrate tehnicii, constituie noi soluţii brevetabile.

În mod firesc, se naşte întrebarea dacă este posibilă inventarea matematică în tehnică, al cărei răspuns este categoric afirmativ în condiţiile în care este formulată precis, matematic, tema de creaţie. Iată cîteva formulări postume de revenidcări de invenţii ale matematicienilor şi filosofilor, în conformitate cu legislaţia actuală internaţională privind proprietatea industrială:

- şosea între două localităţi, caracterizată prin aceea că, în scopul realizării unei lungimi minime, cu minim de consum de materiale şi posibilităţi de parcurgere în cel mai scurt timp a acesteia, are o formă rectilinie a axei longitudinale (axioma lui Euclid, cunoscută şi vechilor geometri egipteni);
- jghiab de alimentare gravitaţională între două puncte cu diferenţă de nivel şi aflate pe verticale diferite, caracterizat prin aceea că, în scopul parcurgerii în cel mai scurt timp a acestuia de către o sarcină în formă de bilă, constă dintr-un profil de brahistocronă în plan vertical (J. Bernoulli la 1696) [31];
- conductă, caracterizată prin aceea că, în scopul realizării unui volum şi debit maxim, cu minim de consum de materiale, are o formă cilindrică circulară (Zenodoros, anul 180 î.e.n. şi posibil, mult înaintea sa);
- rezervor cilindric, caracterizat prin aceea că, în scopul realizării unei capacităţi maxime, în condiţiile unei suprafeţe totale minime, are lungimea egală cu diametrul;
- dinte de sculă aşchietoare, caracterizat prin aceea că, în scopul asigurării unui unghi de aşezare constant după reascuţiri, este prevăzut cu o suprafaţă de aşezare avînd în plan frontal o formă de spirală logaritmică.

Revendicările de genul celor formulate mai înainte se pot obţine astăzi direct, prin găsirea funcţiei care optimizează funcţionala, pe baza calculului variaţional [30], [31].

Dar la soluţii brevetabile se poate ajunge şi prin optimizări de structură, prin găsirea de noi asamblări, folosind metodele şi tehnicile de cercetare morfologică. Una dintre cele mai cunoscute este cercetarea morfologică prin divizarea pe submorfologii, ponderată, selectivă, a cărei parte fundamentală o reprezintă principiul de optimizare Bellman din programarea dinamică [11].

În consecinţă, pe traseul inventicii, inventatorul este confruntat cu teoria optimizării şi proiectarea optimală în două etape fundamentale:

- în etapa de creaţie propriu-zisă a soluţiei tehnice, dacă apelează la metoda de optimizare structurală, la programarea dinamică sau la optimizarea funcţiilor caracteristice ale obiectului creaţiei prin calcul variaţional;
- în etapa de desăvîrşire a creaţiei proprii, de punere la punct de experimentare şi optimizare organologică, de amănunt, a acesteia.

Optimizarea de fond, funcţională, structurală, obţinută direct din procesul creativ, trebuie adîncită prin optimizarea cantitativă de amănunt. Optimizarea funcţională, pentru a putea fi pusă în adevărata sa valoare, trebuie întregită prin optimizarea organologică. O soluţie originală, dacă încă de la primele încercări pe model, egalează performanţele soluţiilor reprezentative precedente, va ajunge, în mod sigur, în urma optimizării de amănunt, să le depăşească substanţial pe primele, devenind un superprodus.

Teoria optimizării, ca sursă logică şi directă de soluţii tehnice originale-brevetabile,

apare prin urmare, numai în problemele tehnice de restructurare, în acele probleme care se pretează la concasări şi reasamblări creative, precum şi în acele probleme tehnice în care un atribut sau o funcţie a produsului devin perfect modelabile prin funcţionale scop, cuprinzînd în structură funcţia (curba, traiectoria, racordarea, forma, suprafaţa, volumul etc.) de optimizat.

4.4. Inventica şi creatologia

Creatologia, ca ştiinţă şi artă a creaţiei în general, cuprinde în structura sa inventica, dar numai în măsura în care aceasta din urmă se rezumă la o ştiinţă şi artă a creaţiei tehnice. Dar aşa cum s-a arătat mai înainte, conceptul modern de inventică are o sferă mult mai largă, care nu se suprapune decît parţial cu sfera creatologiei (fig.4.5).

Un curs de inventică, aşa cum a început să fie predat în cîteva unităţi de învăţămînt tehnic superior din România sub denumirea de *„Bazele creaţiei tehnice şi ale protecţiei industriale"*, presupune prezentarea unor capitole referitoare la bazele psihognoseologice ale creaţiei tehnice, la etapele creaţiei tehnice, la bazele logice-combinatorice ale creaţiei, la tehnicile şi metodele intuitive şi logice de creaţie, la informarea şi sinteza critică a informaţiilor şi elaborarea logică a temelor de creaţie, la analiza inginerească a noilor soluţii, la optimizarea în procesul creativ, la sinteza optimală a formei şi structurii materiale, la elemente de strategia şi tactica inventării, la metodologia generală şi actele normative ale implementării industriale, la legislaţia protecţiei industriale, la tehnica elaborării descrierilor de invenţii, la analize de cazuri specifice de procese inventive.

Trăsătura comună, care justifică parţial axioma *„Procesul creativ este acelaşi în toate domeniile"* este dată pe de o parte de cei opt factori intelectuali comuni de creativitate sesizaţi de J.P. Guiford, V. Lowenfeld şi K. Beitel [33], (1. sensibilitate faţă de probleme, 2. fluenţa-asociativitatea, 3. flexibilitatea, 4. originalitatea, 5. aptitudinea de a redefini - restructura - transforma, 6. capacitatea analitică - aptitudinea de a abstractiza, 7. aptitudinea de a sintetiza, 8. organizare-coerenţă, iar pe de altă parte, prin concepţia psiho-consonantistă şi logico-rezonantistă a marelui gînditor român Ştefan Odobleja, în conformitate cu care, *toate procesele creative sînt procese de căutare a rezonanţelor, rezonanţa constituind simultan, atît obiectivul creaţiei, cît şi motorul acesteia.*

Diferenţierile se referă, în primul rînd, la natura rezonanţelor căutate: în acest sens, în creaţia artistică rezonanţa dominantă este cea intelectual-emoţională, în cea socio-politică, rezonanţa psiho-socială, iar în tehnică rezonanţa constructiv-funcţional-tehnologică.

Este adevărat că şi în creaţia tehnică apar rezonanţe emoţionale, dar numai secvenţial, ca factor motor, ca euremă energetic-stimulatorie [36], după cum şi în creaţia artistică apar consonanţe logice, legate de limbaj, gramatica, tehnica formelor şi culorilor, a notelor muzicale etc., după cum însăşi rezonanţa emoţională îşi are legile ei, logica proprie, deosebit însă de complexe, greu accesibile şi încă în mare măsură necunoscute.

În ceea ce priveşte *etapele clasice ale creaţiei - pregătirea, incubaţia, iluminarea şi elaborarea* - acestea sînt prezente în toate domeniile creaţiei, dar nu sînt general valabile în creaţia ştiinţifică şi tehnică, lucru sesizat de J. Rossman încă în 1931. Într-adevăr, atît

PROIECTAREA CREATIVA ŞI INGINERIA VALORII
STRATEGIA ŞI TACTICA INVENTĂRII
INVENTICA
PROTECŢIA INDUSTRIALĂ
TEHNICĂ (BAZELE PSIHO-GNOSEO-SOCIO-LOGICE ALE CREATIEI TEHNICE)
ŞTIINŢIFICĂ
CREATOLOGIA
SOCIAL POLITICA
ARTISTICA

Figura 4.5

forma superioară a creaţiei ştiinţifice - *descoperirea*, cît şi forma superioară a creaţiei tehnice - *invenţia*, pot apare pe trei căi distincte:

- *spontan;*
- *stimulat (semispontan);*
- *logic determinat.*

Este evident că cele patru etape tradiţionale ale creaţiei nu apar decît la descoperirile şi invenţiile spontane şi stimulate, care presupun conlucrarea eficientă dintre conştient şi subconştient şi nu se pot evidenţia în descoperirile şi invenţiile logic determinate, care au o desfăşurare practic numai la nivelul conştientului.

Se constată, de asemenea, că în creaţia tehnică există, de fapt, un dublu proces de inventare:

- *inventarea temei;*
- *inventarea soluţiei, căutîndu-se rezonanţa dintre soluţie şi temă.*

După cum s-a arătat într-o recentă lucrare [27], inventarea temei poate fi realizată pe cale logică, folosindu-se sinteza critică a informaţiilor, diagramele de idei, matricile morfologice de idei, obiectele generalizate ale creaţiei, analiza critică multicriterială prin tehnica deciziei impuse din ingineria valorii, a stadiului actual al tehnicii, depistarea deficienţelor de bază, a direcţiilor posibile de dezvoltare şi formularea precisă, pe această bază, a temei de creaţie.

În virtutea adevărului cunoscut, că o problemă corect formulată este pe jumătate rezolvată, cel de al doilea proces de inventare, sintetizarea noii soluţii care să fie rezonantă cu tema, este mult uşurat mai ales dacă şi aici se folosesc tehnicile şi metodele logice - combinatorice - extrapolative de creaţie. Deocamdată, în celelelalte domenii ale creatologiei astfel de tehnologii de creaţie nu sînt posibile.

Din cele arătate mai înainte, se constată că inventica, în calitatea sa de disciplină polivalentă, profund interferată cu creatologia, proiectarea creativă, proiectarea optimală şi ingineria valorii, este un domeniu în plină afirmare, fiind direcţionată în sensul logicizării - scientizării, domeniu în care trebuie să-şi aducă contribuţia atît psihologii şi logicienii de profesie, cît şi oamenii de ştiinţă din domeniul tehnic, precum şi inventatorii performanţei, lucru care a rezultat pregnant şi din primele două simpozioane naţionale, de la Buşteni (1983 şi 1985) privind perspectiva pluridisciplinară a creativităţii şi din desfăşurarea primelor simpozioane naţionale de inventică de la Iaşi (1984, 1986, 1988 şi 1990).

4.5. Inventica, psihologia consonantistă şi logica rezonanţei

Psihologia şi logica rezonantistă, explicînd mecanismul căutărilor creative ca un mecanism al căutării consonanţelor şi a formelor superioare ale acestora - a rezonanţelor, a permis formularea unei a patra definiri a inventicii, ca *ştiinţă şi artă a căutării şi sintezei rezonanţelor tehnice*, în primul rînd a rezonanţei temei cu stadiul actual al tehnicii, ceea ce este echivalent cu inventarea logică a temei, iar în al doilea rînd, a rezonanţei soluţiei cu tema formulată, operaţie echivalentă cu inventarea soluţiei (fig.4.1).

În felul acesta s-a putut evidenţia şi caracterul dublu al creaţiei tehnice - dubla

inventare, precum şi caracterul dominant logic al rezonanţelor tehnice, ceea ce diferenţiază creaţia tehnică de cea artistică, dominată de căutarea rezonanţelor intelectual-emoţionale.

Dar însăşi conţinutul inventicii este profund interferant cu psihologia consonantistă şi logica rezonantistă, la rîndul lor constituind o unitate dialectică (fig.4.6).

Inventica, prin componentele sale psihologice (bazele psiho-gnoseologice, psiho-sociale, psiho-pedagogice, metodele şi tehnicile psihologice ale creaţiei tehnice), este astfel dominată de concepţia consonantistă.

Dezvoltarea, în ultimii ani, a bazelor matematice-combinatorice ale inventicii de către A. Kaufman şi tratarea în cunoscuta lucrare „Inventica" (elaborată de A. Kaufman, M. Fustier, A. Drevét) a procesului de inventare ca un proces de concasare, continuat cu unul de reasamblare, a pus problema în ce măsură consonantismul poate fi aplicat în logica creaţiei, în creaţia bazată pe combinatorică, în cadrul căreia, din combinarea unor elemente cunoscute se realizează ansamble cu funcţii noi superioare. Biasamblările (care nu trebuie confundate cu asocierile), precum şi multiasamblările se realizează între elemente (în construcţia de maşini-organe, subansamble, mecanisme etc.) care se alătură, nu datorită consonanţei, ci după un alt principiu, pe care l-am denumit *principiul complementarităţii*. Elementele asamblării pot fi mai mult sau mai puţin complementare, pentru realizarea superioară a funcţiilor de ansamblu. De data aceasta, consonanţa se realizează nu între elementele formatoare, ci între ansamblu şi criteriul de consonanţă (funcţia căutată a noii soluţii). Consonanţa va fi cu atît mai puternică, tinzînd spre rezonanţă, cu cît gradul de complementaritate a elementelor componente va fi mai ridicat. Şi în acest caz, consonanţa este în acelaşi timp, cauză - element catalizator al căutărilor şi efect - realizarea unei noi asamblări superioare, cu grad ridicat de complementaritate a elementelor componente, cu funcţii de ansamblu înalt consonante cu obiectivul propus, fapt relevat şi de dezvoltarea şi practicarea în ultimii ani a unei metode logice de creaţie ieşene *„metoda obiectului generalizat"*.

Prin aversiunea-i cunoscută faţă de freudism, Ştefan Odobleja nega rolul inconştientului în creaţie, încercînd să aducă toate procesele în sfera logicului, a conştientului. Visul său de o viaţă a fost realizarea unei maşini de inventat, obiectiv care evident nu putea fi atins decît printr-o logicizare integrală a procesului creativ. Cu toate că astăzi „Asociatorica" lui Ştefan Odobleja este completată de „Combinatorica" lui A. Kaufman, acest proces este departe de a fi încheiat. Inventica modernă este în acelaşi timp o ştiinţă, în măsura în care a fost transferată în sfera logicului, dar rămîne în acelaşi timp şi o artă a creaţiei, subordonată conlucrării dintre conştient şi inconştient, conlucrarea subordonată, de asemenea, principiului general al reversibilităţii formulat de Ştefan Odobleja.

Aceeaşi linie de dezvoltare, prin logicizare, o cunoaşte astăzi inventica modernă (fig.1.3); gradul de logicizare - algoritmizare a procesului creativ în tehnică este într-o vertiginoasă creştere, ponderea invenţiilor stimulate şi în special a celor logic-determinate crescînd rapid în dauna celor spontane.

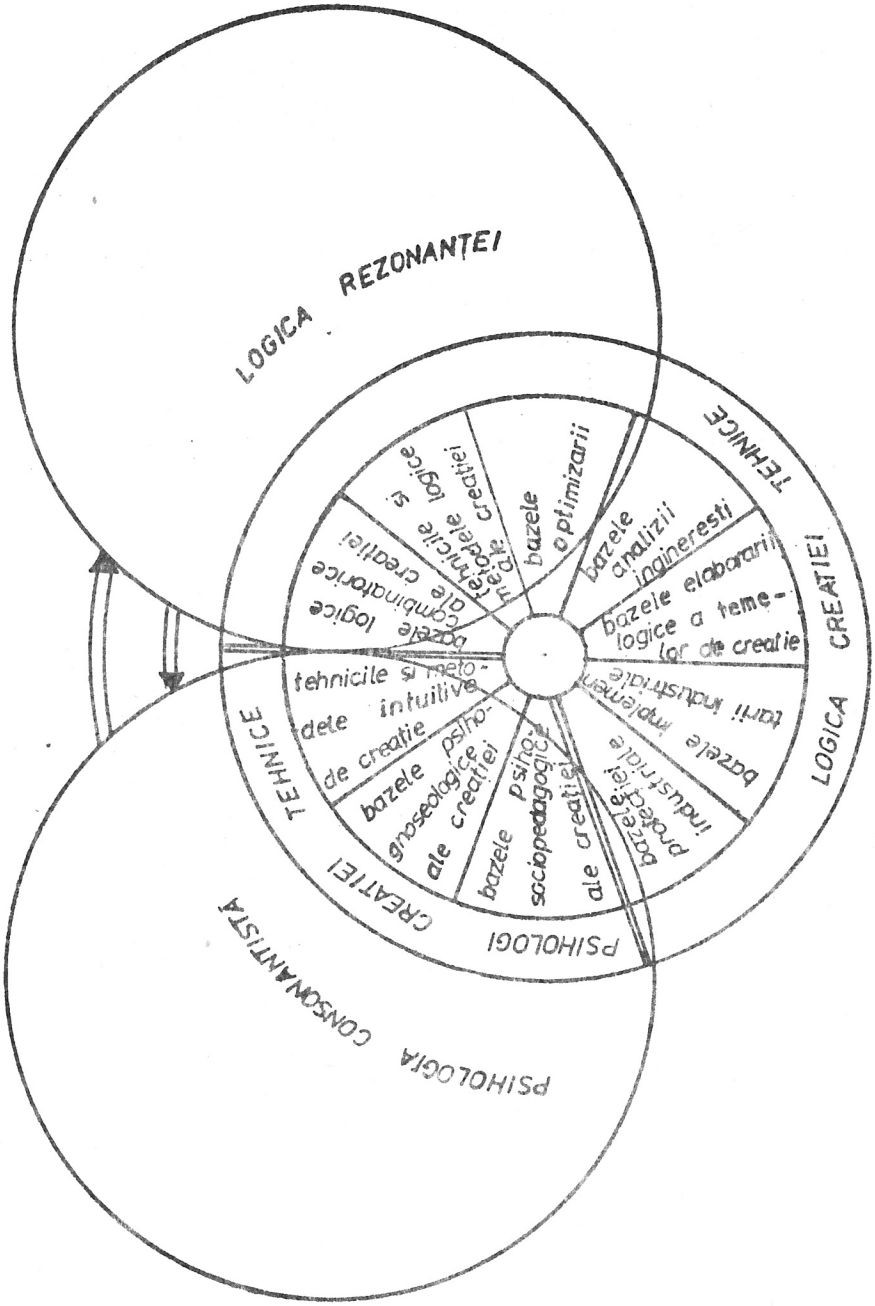

LOGICA REZONANTEI
PSIHOLOGIA CONSONANTISTA
TEHNICE
LOGICA CREATIEI
PSIHOLOGI CREATIEI
TEHNICE
bazele optimizarii
bazele analizii ingineresti
bazele elaborarii logice a teme-lor de creatie
bazele implementarii industriale
bazele proiectarii industriale
bazele psiho-sociopedagogice ale creatiei
bazele psiho-gnoseologice ale creatiei
bazele intuitive de creatie
bazele logice combinatorice ale creatiei
bazele logice si tehnicile de creatie

Figura 4.6

4.6. Inventica şi praxiologia

Cu toate că bazele praxiologice ale inventicii au fost prezentate în capitolul III, în cele ce urmează se va preciza locul pe care-l ocupă inventica, în calitatea sa de praxiologie a demersului creativ şi a implementării industriale eficiente ale rezultatelor acestuia, în ansamblul disciplinelor praxiologice (fig.4.7).

Aşa cum rezultă din clasificarea după tipul praxiologiei, obiectivele şi metodologiile specifice ale acesteia, inventica sau sinteza creativă în tehnică reprezintă o praxiologie specială, tehnico-economică, al cărei obiectiv de bază îl reprezintă maximizarea raportului dintre atributele tehnice (valoarea de întrebuinţare) şi costul acestora.

Dar inventica reprezintă un anumit tip de praxiologie tehnico-economică şi anume numai aceea care foloseşte ca metodologie de bază, creaţia tehnică, spre deosebire de praxiologia tehnico-economică reproductiv-extrapolativă.

4.7. Inventica, designul şi designul industrial

Designul, în accepţiunea tradiţională a termenului, reprezintă ştiinţa şi arta sintezei arhitecturale a formei, culorilor şi structurilor, în condiţiile unei optimizări ergonomice; inventica este strîns legată cu această disciplină, întrucît în calitatea sa de praxiologie a creaţiei tehnice şi a implementării industriale eficiente a rezultatelor acesteia, trebuie să apeleze la designul tradiţional - una din condiţiile de bază pentru lansarea noilor produse şi cucerirea pieţei.

În mod firesc, un manual al inventatorului trebuie să conţină un capitol de design, de arhitectură, de sinteză ergonomică a formei şi aspectului general al pieselor, subaansamblelor, ansamblelor şi sistemelor.

În ceea ce priveşte designul industrial, aşa cum rezultă din cunoscuta lucrare a lui Cr. Jones, tradusă şi în limba română [38], acesta se suprapune practic integral cu o parte specifică a proiectării creative şi anume, cu tehnicile şi metodele intuitive şi logice de creaţie, parte care este cuprinsă şi în manualele de inventică, deci va fi dezvoltată amplu şi într-un capitol special din prezenta lucrare.

4.8. Inventica, informatica şi cibernetica

Inventica interferează profund cu *informatica - ştiinţă avînd ca obiect prelucrarea informaţiilor cu ajutorul sistemelor automate de calcul*, în vederea adoptării deciziilor adecvate, avînd la bază o teorie matematică corespunzătoare - teoria informaţiei, ca teorie a proprietăţilor generale ale surselor de informaţie, ale canalelor de transmisie şi ale instalaţiilor de păstrare şi de prelucrare a informaţiilor.

Formularea logică a temelor de creaţie tehnică presupune parcurgerea unei etape de bază, de informare şi de sinteză critică a informaţiilor, în vederea depistării soluţiilor optime existente şi a lipsurilor acestora; aceasta presupune depistarea informaţiilor, clasificarea şi ordonarea acestora, studiul comparativ al soluţiilor prin analiza valorii,

TIPUL PRAXIOLOGIEI
OBIECTIVE PRINCIPALE
METODOLOGIA DE BAZA
PRAXIOLOGIA
TEHNICA
STIINTIFICA
ECONOMICA
TEHNICO-ECONOMICA
SOCIO POLITICA
CULTURAL ARTISTICA
EXTREMIZAREA ATRIBUTELOR TEHNICE (VALORI DE INTRBUINȚARE)
DESCOPERIREA DE FENOMENE PROCESE, OBIECTE SI LEGI ALE NATURII, VIEȚII SOCIETĂȚII ȘI GÎNDIRII.
MAXIMIZAREA BENEFICIILOR
MAXIMIZAREA RAPORTULUI DINTRE ATRIBUTELE TEHNICE SI COSTUL ACESTORA
MAXIMIZAREA CALITAȚII MEDII A VIEȚII ȘI A ECHITĂȚII
REALIZAREA REZONANȚELOR EMOȚIONAL-ARTISTICE ALE OPEREI CU SUBCONȘTIENTUL ȘI SISTEMUL EMOȚIONAL-INTELECTUAL AL RECEPTORILOR.
REPRODUCERE
CREAȚIE TEHNICĂ (INVENTICA)

Figura 4.7

sinteza informaţiilor prin diagrame de idei, matrici morfologice de idei şi obiecte generalizate - operaţiuni de informatică capabile într-un viitor apropiat a fi transferate mijloacelor electronice de calcul. Acestei probleme îi este consacrat un capitol special în prezenta lucrare.

Dar inventica este profund interferată şi cu *cibernetica - ştiinţa care are ca obiect studiul matematic al legăturilor, comenzilor şi controlului în sistemele tehnice şi organismele vii, din punctul de vedere al analogiilor formale.* Unul din obiectivele de bază ale ciberneticii îl reprezintă realizarea unor inteligenţe artificiale, nu numai comprehensiv-reproductive, ci şi ale celei creative; nu întîmplător marele precursor al ciberneticii, Ştefan Odobleja asociază cibernetica cu un obiectiv îndrăzneţ - maşina de inventat. Atingerea acestui obiectiv este legată însă de realizarea a două obiective de bază ale inventicii, pe calea logicizării preconizate de Ştefan Odobleja:

- algoritmizarea euristicului;
- cunoaşterea şi modelarea activităţii subconştiente a scoarţei cerebrale.

Dacă în realizarea primului obiectiv sarcina de bază o are inventica, în realizarea celui de al doilea obiectiv trebuie conjugate eforturile neurofiziologilor, psihiatrilor, specialiştilor în aparatură electronică medicală de finete, psihologilor, logicienilor, informaticienilor, ciberneticienilor şi - evident - a inventologilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Dixon R. John - *Design Engineering. Inventiveness, Analysis and Decision Making*. Mc.Graw Hill Book Co 1966. Traducere în l. rusă Mir Moskva 1969.
2. Hill M. Percy - *The Science of Engineering Design*. Holt. Reinehart and Winston Inc. New York 1970. Traducere în l. rusă Mir Moskva 1963.
3. Crumm L.W - *Ingineria valorii*. Ed. Tehnică, Bucureşti, 1976.
4. Uhl N.R. - *Creative Engineering Design*. Ames, Iowa, The Iowa state Universty Press, 1960.
5. Edel D.H. Jr. - *Introduction to Creative Design*. Englewood Cliffs New Jersey. Pretice-Hall, 1967.
6. Gibson J.E. - *Introduction to Engineering Design*, New Work Holt, Reinerhart and Winston, 1968.
7. Krick B.W. - *An Introduction to Engineering and Engineering Design*, New York Wiley, 1965.
8. Alger J.R.M., Hays J.V. - *Creative Synthesis in Design*. Entglevood, New Jersey, Prentice Hall, 1964.
9. Roe P.H. Soulis, G.N. Handa, V.K. Bacon - *The discipline of design*, Boston. Allyn and Bacon, 1967.
10. Kaufman A., Fustier M., Drevet N. - *L'Inventique*, Entreprise Moderne d'édition Paris,1971.
11. Osborn Alex - *Aplied Imagination*. Charles Scribner's Sons New York 1957. Traducere în l. franceză Dunod, Paris, 1971.
12. Gordon W.I.T. - *Synectics*. Harper and Brothera New Work, 1961.
13. Belous V. - *Proiectarea sculelor. Bazele proiectării sculelor aşchietoare*, I.P. Iaşi, 1968.
14. Belous V. - *Proiectarea de rutină şi proiectarea creativă - inginerească în domeniul sculelor aşchietoare*. În vol. Comunicări ştiinţifice Botoşani 1978, pp. 11-22.
15. Belous V. - *Asupra etapelor creaţiei tehnice în domneniul sculelor aşchietoare. Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini*, vol. Maşini - unelte - scule - dispozitive, Iaşi, 1978, pp.34-37.
16. Belous V. - *Metode psihologice de creaţie de noi scule aşchietoare. Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini*, vol. Maşini - unelte - scule - dispozitive, Iaşi, 1978, pp.28- 33.
17. Belous V. - *Metode analitice pentru creaţia de noi scule aşchietoare. Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini*, vol. „Maşini - unelte - scule - dispozitive", Iaşi, 1978, pp.14-19.
18. Belous V., Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică*. Lucrările sesiunii ştiinţifice „Creaţia tehnică şi fiabilitatea în copnstrucţia de maşini", vol. „Maşini - unelte - scule - dispozitive, I.P.

Iaşi, 1980.
19. Belous V. - *Sinteza sculelor aşchietoare*, Iaşi, Ed. Junimea, 1980.
20. Verone Pierre - *Inventica*, Ed. Albatros, 1982.
21. Belous V. - *Inventica. Bazele creaţiei tehnice*, I.P.Iaşi, 1984.
22. Belous V. - *Etapele inventicii - etape fundamentale ale proiectării creative*. Lucrările primului simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1984, pp.16-28.
23. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini*, Iaşi, Ed. Junimea, 1986.
24. Belous V. - *Inventica şi proiectarea optimală*. În Revista de Pedagogie, nr.3, 1987.
25. Belous V. - *Specialistul format în facultăţile tehnice - inventator de profesie*. Revista Forum, nr.12, 1985, pp.37-45.
26. Belous V. - *Formularea prin deducţie a temei de creaţie în construcţia de maşini*, În revista Forum, nr.11, 1985.
27. Belous V. - *Şcolile de inventică - mijloc de stimulare a procesului creativ în tehnică*. În Revista Economică, nr.31, august, 1984, pp.22-23.
28. Belous V. - *Inventica şi superprodusele în construcţia de maşini*. Vol. celui de al II-lea simpozion naţional „Perspectiva pluridisciplinară asupra creativităţii", Buşteni, 1985, pp.144-147.
29. Wilde J. Douglas - *Globally optimal Design*. Ed. John Wiley, New York, 1978.
30. Enescu I., ş.a. - *Matematici speciale*. I.P. Iaşi, 1981.
31. Mangeron D., ş.a. - *Teoria optimizării structurale*. Iaşi, Ed. Junimea, 1984.
32. Stoica A. - *Creativitatea elevilor*. Editura didactică şi pedagogică Bucureşti, 1983, pp.11-12.
33. Odobleja Şt. - *Psihologia consonantistă*, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1982.
34. Odobleja Şt. - *Introducere în logica rezonanţei*. Scrisul Românesc, Craiova, 1984.
35. Moraru Ion - *Un model epistemologic - psihologic al creativităţii tehnice*, Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1980.
36. Belous V. - *Polivalenţa şi interferenţele inventicii*. În volumul Tehnologii, Calitate, Maşini, Materiale, Progres tehnic (TCMM), nr.1, 1987, pp.309-320.
37. Jones Christopher I. - *Design. Metode şi aplicaţii*. Traducere din l. engleză, Ed.Tehnică, Bucureşti, 1975.
38. Polovinkin A.I. - *Osnovî injinernovo tvorcestva*. Ed. Maşinostroenie, Moskva, 1988.
39. Altşuler H.S. şi colab. - *Poisc novîh idei*. Ed. Cartea Moldovenească 1989.

CAPITOLUL 5

INVENŢIA - REZULTAT PRINCIPAL AL SINTEZEI CREATIVE ÎN TEHNICĂ

Eficientizarea demersurilor creative şi a implementării industriale a rezultatelor acestora, în conformitate cu principiile generale ale praxiologiei, presupune cunoaşterea de către inventatori a caracteristicilor generale şi a tipurilor posibile de produse ale creaţiei tehnice - a invenţiilor. Chiar şi marile întreprinderi industriale, preocupate de accelerarea progresului tehnic, preferă încurajarea cercetărilor asupra creativităţii tehnice *pornind de la produsul creaţiei*, orientare determinată de tendinţa de a depista *inventatori adecvaţi realizării produselor de perspectivă proprii*, folosind în acest scop psihologi experţi în creativitate [1], [2].

Dar cunoaşterea produsului creat - a invenţiei, în multitudinea ipostazelor acestuia, îi permite inventatorului, prin autoanaliză, să-şi stabilească valenţele principale şi tipurile de invenţii pe care le poate elabora cu maximă eficienţă.

5.1. Caracteristicile produsului creat.

Cercetătorii proceselor creative în tehnică sînt, în unanimitate, de acord că primul atribut al oricărui produs creat este *noutatea* şi *originalitatea*. După Fromm şi Rogers [1] [3] [4], produsul creat trebuie să fie şi *vizibil* sau *observabil*, iar după Chambers, Baron şi Ghiselin, trebuie să *creeze noi condiţii de existenţă umană* şi să *restructureze universul nostru de înţelegere* [1].

Considerăm că în conformitate cu concepţia consonantistă a lui Odobleja, produsul literar artistic creat trebuie să asigure rezonanţa dintre operă şi autor, iar într-o a doua etapă, rezonanţa dintre opera creată şi receptori - cei cărora le este adresată. Şi în ceea ce priveşte creaţia tehnică, este necesară realizarea unei duble rezonanţe - rezonanţa dintre subiectul creaţiei şi stadiul actual al tehnicii mondiale, iar în al doilea rînd, rezonanţa dintre rezultatul căutărilor creative, produsul creat şi subiectul formulat.

W.J. Gordon - creatorul sinecticii, consideră că produsul creativ trebuie să fie *autonom*, adică să poată avea o viaţă independentă de creatorul acestuia [5]. Într-adevăr, atît timp cît o idee originală rămîne în conştiinţa autorului şi nu este încă realizată, creaţia nu este autonomă. De aici rezultă un atribut esenţial al creaţiei tehnice - a invenţiei, *fezabilitatea* sau posibilitatea realizării cu mijloace tehnologice contemporane.

Dar atributul fezabilităţii trebuie asigurat la un înalt nivel calitativ; un produs creat trebuie să fie executat prin mijloace simple şi productive, *tehnologicitatea* reprezentînd parametrul calitativ de bază al fezabilităţii.

Produsul creativ trebuie să satisfacă şi cerinţe de ordin *estetic* şi *etic*; cu toate că noile tipuri de arme, în special cele pentru distrugerea în masă, îndeplinesc condiţiile de brevetabilitate, astfel de invenţii sînt evident deficitare sub aspect etic.

După Schietere şi Turcotte [1], produsul creat apare ca rezultatal unei combinări utile şi originale ale preconştientului sau ale conştientului, obiectivizate sub diverse forme de expresie, reflectînd afectivitatea şi ideologia creatorului în relaţie cu mediul şi creînd noi condiţii de existenţă.

Invenţia, ca formă particulară şi specifică a produsului creat (produsul principal al creaţiei tehnice) reprezentînd concomitent o proprietate intelectuală, care trebuie apărată juridic prin brevete, trebuie definită juridic.

5.2. Proprietatea intelectuală şi proprietatea industrială

Bunurile spirituale, rezultate ale activităţilor creatoare intelectuale, aparţin creatorilor şi ca atare, constituie ceea ce juridic poartă denumirea de *proprietate intelectuală*, noţiune consacrată de Convenţia din 1967 pentru instituirea Organizaţiei mondiale pentru proprietatea intelectuală (OMPI).

Prin proprietate intelectuală [6] se înţeleg drepturile referitoare la:

-operele literare, artistice şi ştiinţifice;

-interpretările artiştilor interpreţi, execuţiile artiştilor executanţi, fonogramele, videocasetele şi emisiunile de radio;

-invenţiile;

-descoperirile ştiinţifice;

-desenele şi modelele industriale;

-mărcile de fabrică, de comerţ şi de serviciu, precum şi numele comerciale şi denumirile comerciale, precum şi la toate celelalte drepturi privind activitatea intelectuală în domeniul industrial, ştiinţific, literar şi artistic.

Noţiunea de proprietate indică apartenenţa operei create autorului său real, acelui care a creat-o, indiferent cui i se transmite, pe o cale sau pe alta, dreptul de exploatare sau de valorificare a acestei opere.

Din cele două mari domenii ale proprietăţii intelectuale - *proprietatea literar-artistică, ştiinţifică şi proprietatea industrială*, pe inventator îl interesează, în primul rînd, cel de-al doilea domeniu.

Proprietatea industrială este acoperită de următoarele obiecte de proprietate de bază:

-descoperirea ştiinţifică;

-invenţia brevetabilă;

-inovaţia;

-modelul de utilitate;

-desenul sau modelul industrial;

-mărcile de fabrică, de comerţ şi de serviciu;

-numele comercial;
-indicaţiile de proveniență şi denumirile de origine;
-reprimarea concurenţei neloiale.

Prin *descoperirile ştiinţifice* protejate în unele ţări ca obiecte de proprietate industrială, *se înţelege stabilirea unor legi, proprietăţi sau fenomene din lumea materială, necunoscute încă pînă la formularea, explicarea, stabilirea sau identificarea lor, dar care există în mod obiectiv în natură.*

În sfera protecţiei industriale intră însă numai descoperirile din domeniul fizicii, chimiei, biologiei etc. care pot sta la baza unor creaţii tehnice industriale, a unor invenţii şi nu intră descoperirile geografice, geologice, arheologice şi paleontologice, descoperirile cu caractrer istoric şi cele din domeniul ştiinţelor sociale, care sînt protejate numai pe calea drepturilor de autor, dacă sînt publicate.

Cu toate că descoperirea ştiinţifică nu este rezultatul obişnuit al căutărilor creatoare ale inventatorilor, aceasta poate fi generată prin experimentarea unor invenţii, în procesul de verificare şi optimizarea prototipurilor, cum s-a întîmplat, de exemplu, în cazul descoperirii efectului Coandă. Dar şi calea inversă este posibilă; Gogu Constantinescu a descoperit mai întîi fenomenul sonicităţii - al transmiterii de putere prin sunet - şi numai după aceasta, pentru a-i găsi aplicaţiile practice, a reuşit un şir întreg de invenţii în domeniu.

Prezintă o deosebită importanţă descoperirile în fizică; este suficient de amintit descoperirea emisiei cuantice - a laserului, care a condus la mii de invenţii bazate pe acest fenomen. Practic, toate procedeele de prelucrări aşa-zise neconvenţionale se referă la aplicarea unor noi fenomene şi procese fizice sau fizico-chimice. De aceea inventatorul de profesie trebuie să fie permanent informat asupra celor mai noi descoperiri din fizică şi chimie, pentru că orice soluţie tehnică de aplicare cu efecte superioare a unei noi legi a naturii este uşor caracterizabilă ca invenţie, făcînd parte, în acelaşi timp, din categoria invenţiilor cu nivelul ştiinţific şi tehnic cel mai ridicat.

Evident că inventatorul este în primul rînd interesat de forma principală a creaţiei tehnice de invenţie.

5.3. Definirea invenţiei

În conformitate cu legislaţia românească [7], de acord şi cu legislaţia majorităţii ţărilor dezvoltate industrial, *constituie invenţie creaţia ştiinţifică sau tehnică care reprezintă noutate şi progres faţă de stadiul cunoscut al tehnicii mondiale, care nu a mai fost brevetată sau făcută public în ţară sau străinătate, reprezintă o soluţie tehnică şi poate fi aplicată pentru rezolvarea unor probleme din economie, ştiinţă, ocrotirea sănătăţii, apărarea naţională sau în orice alt domeniu al vieţii economice şi sociale.*

Prin urmare, invenţia este caracterizată prin trei atribute fundamentale:

- caracter tehnic-aplicativ;
- noutate faţă de stadiul actual mondial al tehnicii;
- progres faţă de stadiul actual al tehnicii.

Invenţia trebuie să fie tehnică, întrucît aceasta trebuie să reprezinte o soluţie practică

pentru satisfacerea unei anumite cerinţe a economiei, ştiinţei, ocrotirii sănătăţii sau în orice alt domeniu social. I se spune *tehnică*, deoarece reprezintă [8] rezultatul gîndirii sintetizat prin raţionamente, bazate pe legile universale ale ştiinţei, realizabilă în stare fizică, după ce a trecut sau nu prin forma de text şi schiţe, cu ajutorul îndemînării şi priceperii umane, în colaborare cu mijloacele de producţie specifice obiectului soluţiei. Obiectul soluţiei tehnice poate fi un procedeu, o metodă, un mijloc, un produs, cu soluţii simple şi combinaţii ale acestora în cazul soluţiilor complexe, care nu contravin legilor, regulilor de convieţuire socială sau care prin aplicarea lor nu ar afecta negativ dezvoltarea socială. Nu sînt soluţii tehnice acele rezolvări în care elementul creaţiei este de altă natură decît tehnică, cum ar fi, pur financiară, pur organizatorică sau pur didactică.

Soluţia dată problemei propuse spre rezolvare trebuie să fie completă şi concretă, să asigure punerea în operă a problemei, cu rezultate corespunzătoare, de către tehnicieni cu preocupări în domeniul aferent, să fie fezabilă. Simpla enunţare a temei, a scopului, a avantajelor sau înşiruirea simplă a fazelor operaţiilor sau componentelor, fără legătura constructivă şi funcţională între acestea, precum şi o rezolvare incompletă a problemei nu sînt considerate soluţii tehnice în sensul legii.

Prin urmare, atributul de tehnic are drept consecinţă firească - atributul de aplicativ, cu care se asociază. Există evident şi invenţii cu aplicabilitate în perspectivă apropiată, pentru care se pot elibera brevete, cu toate că un specialist nu le poate reproduce imediat.

Pentru asigurarea atributului de noutate, este necesar ca fazele şi operaţiile procedeului sau metodei, componentele constructiv-funcţionale ale mijlocului - maşină, dispozitiv, aparat, agregat, instalaţie etc. - sau elementele constitutive, forma, proporţia componentelor, produsului din soluţia propusă, să se deosebească de similarele sale din soluţiile cunoscute anterior care formează stadiul mondial al tehnicii în domeniul respectiv şi să nu fi fost în prealabil dezvăluite. Deosebirile trebuie să fie esenţiale, originale, să genereze efecte tehnice noi.

În cazul unui proces de inventare organizat, căruia îi este destinată această lucrare, în faza de redactare a descrierii, inventatorul posedă deja toate datele comparative formulate pe baza tehnicii deciziei impuse, pentru a fundamenta calitativ şi cantitativ progresul tehnic promovat de soluţia proprie.

5.4. Importanţa tehnică, ştiinţifică şi economică a invenţiilor şi a brevetelor de invenţie

Invenţiile, ca formă superioară de materializare a gîndirii creatoare, ştiinţifice şi tehnice, contribuind la realizarea de noi tehnologii, la modernizarea celor existente, la crearea de noi produse, la ridicarea nivelului de mecanizare, automatizare, robotizare a proceselor de producţie şi creşterea pe această bază a productivităţii, la perfecţionarea continuă a mijloacelor tehnice, la creşterea gradului de competitivitate a produselor şi tehnologiilor, la realizarea de superproduse şi supertehnologii, reprezintă mijlocul de bază în asigurarea progresului tehnic şi accelerării acestuia.

Funcţie de rolul jucat în accelerarea progresului tehnic, invenţiile se pot împărţi în două mari grupe [9]:

- *invenţii de perfecţionare a tehnicii şi tehnologiilor existente*, constituind grupa cea mai numeroasă, care pot conduce la economii însemnate, dar nu exercită o influienţă substanţială asupra nivelului tehnic general;

- *invenţii care exercită o acţiune revoluţionară asupra dezvoltării tehnicii şi tehnologiei*, conducînd la crearea de noi maşini, aparate, materiale, procese tehnologice, linii tehnologice sau chiar la noi direcţii de cercetare ştiinţifică şi tehnică.

Indiferent de grupa de care aparţin, invenţiile elaborate şi aplicate reprezintă parametrul principal prin prisma căruia se poate aprecia nivelul ştiinţific şi tehnologic al unei economii.

Dar invenţia materializată prin brevet capătă şi alte funcţii importante în dezvoltarea industrial-economică-socială a societăţii umane; în acest sens se pot sublinia următoarele funcţii de bază ale brevetelor de invenţii:

- protecţia juridică a invenţiei;
- ca sursă principală de informare şi documentare;
- ca instrument de prognoză;
- ca instrument de stimulare a introducerii şi generalizării soluţiilor originale-eficiente în economie;
- ca instrument de monopol;
- ca instrument de stimulare a comerţului mondial;
- ca instrument pentru controlul pieţei;
- ca instrument pentru stimularea transferului tehnologic în ţările în curs de dezvoltare.

Unele dintre aceste funcţii, care interesează în cea mai mare măsură activitatea profesională a inventatorilor, vor fi detaliate în următoarele capitole ale lucrării.

Pentru a se orienta în marea varietate a invenţiilor, inventatorul trebuie să cunoască criteriile de clasificare şi speţele de invenţii brevetabile.

5.5. Clasificarea invenţiilor

În clasificarea generală a invenţiilor se pot folosi următoarele criterii de bază [11]...[15]: după modul de elaborare, natura temei, domeniul de specialitate, după clasificarea internaţională, după natura elementelor de noutate, după nivelul, importanţa şi aportul elementelor de noutate, după actul de protecţie care poate fi acordat, după speţa noutăţii, după obligaţiile contractuale ale inventatorilor, după dreptul de proprietate şi după gradul de extensie a protecţiei.

5.5.1. *Clasificarea invenţiilor după modul de elaborare*

Din punctul de vedere al genezei, invenţiile se subclasifică în:

a_1 - invenţii spontane;
a_2 - invenţii semispontane-stimulate;
a_3 - invenţii logic determinate.

Prin *invenţie spontană* se înţelege creaţia tehnică realizată pe baza unei iluminări neaşteptate, mediate de intuiţie, inspiraţie, imaginaţie, răzbătînd cu forţă de la nivelul subconştientului la cel al conştientului, fără ca în prealabil să fi fost formulată cu claritate tema creaţiei; este vorba de invenţia romantică - dominantă în trecutul nu prea îndepărtat, cînd inventatorul găsea o soluţie (cheie) fără să cunoască problema (lacătul) pe care acesta o rezolvă. Această categorie de invenţii şi-a pierdut în epoca contemporană mult din importanţă. Astăzi inventatorii trebuie să găsească soluţii tehnice originale ale unor probleme concrete pe care le ridică actualitatea industrial-economică.

Prin *invenţie stimulată (semispontană)*, se înţelege creaţia tehnică obţinută de asemenea pe baza unei iluminări, care însă în prealabil a fost pregătită printr-o formulare precisă a temei, printr-o perioadă mai scurtă sau mai lungă de incubaţie şi favorizată prin folosirea diferitelor tehnici şi metode psihologice (intuitive) de creaţie. Astfel de invenţii, la care formularea temei se realizează logic la nivelul conştientului, iar elaborarea soluţiei prin exploatarea resurselor uriaşe ale subconştientului, capabil să suporte simultan derularea mai multor programe de căutare şi avînd şanse sporite de a găsi soluţia viabilă, capătă o importanţă deosebită în epoca contemporană şi îşi vor păstra un loc important şi în viitor, mai ales dacă se ia în considerare şi faptul că superioritatea creierului uman în raport cu creierul electronic constă în primul rînd în prezenţa unui subconştient activ şi a circuitelor emoţionale, favorizante ale proceselor creative. Creierul electronic actual nu are decît un subconştient inert (bancă de date) şi este lipsit de circuite emoţionale. Întrucît pînă la cunoaşterea şi modelarea subconştientului uman şi a mecanismului emoţiilor şi transferarea acestora către creierul electronic va trece mult timp, invenţiile stimulate îşi vor păstra şi în viitorul apropiat prioritatea.

Prin *invenţie logic determinată* se înţelege creaţia tehnică obţinută în urma unei formulări prealabile-logice, a temei de creaţie şi apoi a unor căutări folosind tehnici şi metode logice de baleiere a mulţimii soluţiilor posibile, căutări care duc în mod obligatoriu la o soluţie viabilă. Astfel de invenţii se materializează în ambele etape - în formularea temei şi în formularea soluţiei optime pentru această temă - în exclusivitate la nivelul activităţii conştiente a creierului uman - şi capătă treptat importanţă din ce în ce mai mare, atît datorită faptului că fac accesibil actul de creaţie tehnică şi oamenilor fără inspiraţie, la care colaborarea dintre conştient şi subconştient se situează la cote inferioare de eficienţă, cît şi faptului că astfel de procese logicizate pot fi formalizate şi transferate mijloacelor electronice de baleiere, mult mai rapide decît creierul uman.

Se poate aprecia că, în prezent, gradul de importanţă a invenţiilor logic-determinate este apropiat de cea a invenţiilor stimulate, dar că în viitor primele vor deveni invenţii de bază.

5.5.2. *Clasificarea invenţiilor după natura temei pe care o rezolvă*

După acest criteriu, invenţiile pot fi grupate în trei mari categorii:

b_1 - invenţii care au ca temă un material sau un obiect realizabil fizic printr-un procedeu actual;

b_2 - invenţii care au ca temă un procedeu tehnologic de fabricaţie a unui

material sau a unui obiect şi cele care au ca temă o operaţie sau o fază într-un proces tehnologic;

b_3 - invenţii care au ca temă o metodă de execuţie a unor operaţii industriale (neprelucrătoare) de deplasare, măsură, control etc.

Invenţiile care au ca obiect un material se pot, de asemenea, subclasifica în două tipuri de bază:

- invenţii la care materialele se folosesc ca materii prime în procesele de fabricaţie;
- invenţii la care materialele au o folosire directă, în structură, pe baza proprietăţilor acestora.

La rîndul lor invenţiile de materiale *ca materii prime* se subîmpart în două clase [11]:

- materiale rezultate din *amestecul* în diferite proporţii a elementelor componente, *fără reacţii chimice* (cimenturi, amestecuri de formare pentru turnătorii, aliaje feroase şi neferoase etc.);
- materiale rezultate din combinarea chimică a elementelor componente (catalizatori, coloranţi, materiale plastice, medicamente, erbicide, biostimulatori, adezivi etc.).

Invenţiile, care au ca temă *un obiect* realizabil fizic, se subclasifică după destinaţie în:

- *obiecte utilizate direct* (ventilator, bec electric, ceas, scaun etc.);
- *organe de maşini şi elemente de construcţii* utilizate ca elemente componente ale unui ansamblu (roată dinţată, şurub, pană, grindă, stîlp, cuplaj etc.);
- *scule, unelte, aparate sau dispozitive de lucru, de măsură, de cercetare, de control* (cheie fixă, freză, alezor, broşă, sculă de danturat, plug, manometru, voltmetru, dispozitiv de strunjit sferic, matriţă etc.);
- *maşini* (de găurit, de frezat, strung, pompă, motor termic, motor electric, compresor, război de ţesut, maşină de tipografie etc.);
- *instalaţii* (pentru mecanizări, autostivuitoare, descărcătoare de vagoane, de îmbuteliat, pentru verificarea bujiilor etc.);
- *mecanisme* (de transformare a mişcării maşinilor-unelte, de cuplare-decuplare, de avans, de blocare-deblocare etc.);
- *sisteme* (de televiziune color, de ventilaţie, de comandă, de control etc.);
- *agregate* (maşini-unelte agregate, pentru încărcarea materialelor în vrac în vagoane, pentru executarea elementelor prefabricate din beton armat) realizate, de regulă, prin îmbinarea într-un singur ansamblu funcţional a mai multor maşini, scule, dispozitive, sisteme de alimentare etc.

Invenţiile, care au ca temă un *procedeu tehnologic, operaţie sau fază tehnologică*, se subîmpart în:

- *procedee complexe* constituite dintr-o succesiune de operaţii şi faze;
- *operaţii* constituite din mai multe faze de prelucrare;
- *faze de prelucrare*.

Printre procedeele complexe pot fi citate:

- procedeele de fabricaţie (a acidului sulfuric, a discurilor abrazive, a roţilor dinţate etc.);

- procedee de extragere, de obţinere sau de recuperare (a fierului din minereu, a aluminiului din alamă, a zincului din bateriile electrice uzate etc.);
- procedee de preparare (a răşinilor solide pe bază de hidrocarburi);
- procedee de prelucrare (a bioxidului de sulf şi amoniacului de la fabricarea îngrăşămintelor cu azot şi fosfor).

Printre *invenţiile de operaţii sau faze* din procesele tehnologice se pot cita:

- procedee de tratare (de uscare a cherestelei, de vopsire, de cositorire, de zincare etc.);
- procedee de alimentare (gravitaţională a maşinilor-unelte automate, a maşinilor de rectificat elemente de rulmenţi etc.);
- procedee de prelucrare (strunjire de finisare, de danturare de degroşare, rectificarea filetului etc.);
- procedee de schimbare a stării (topire, prăjire, pretensionare etc.);
- procedee pentru realizarea unor compuşi determinaţi (vinilarea răşinilor alchilice, de alchilare a benzenului etc.);
- procedee de descompunere sau separare a unor compuşi şi pentru eliminarea anumitor elemente (de separare a staniului de indiu, degrafitizarea oţelului etc.);
- procedee de polimerizare a unor produse;
- procedee de activare a unor reacţii;
- procedee de epurare, purificare, înobilare sau regenerare a unor produse;
- procedee pentru mărirea stabilităţii unor compuşi chimici;
- procedee pentru sinteza unor produşi chimici.

Din cea de a treia grupă de invenţii clasificate după natura temei - invenţiile care au ca obiect *metode de execuţie a unor operaţii industriale neprelucrătoare*, se pot cita:

- metode pentru realizarea deplasării în spaţiu sau pentru precizarea poziţiei în spaţiu a unui obiect fizic (de montaj a turnurilor de foraj, de pozare a cablurilor în şanţuri, de materializare a axelor alezajelor etc.);
- metode pentru determinarea caracteristicilor fizice, chimice, electrice etc. ale unui produs;
- metode pentru determinarea stării în care se află un anumit produs în condiţii de utilizare (de determinare a rigidităţii maşinii-unelte, a stabilităţii la vibraţii sau a preciziei dinamice a maşinilor-unelte etc.);
- metode de verificare, identificare, reglare şi control.

5.5.3. *Clasificarea invenţiilor după domeniul de specialitate din care face parte tema (după clasificarea internaţională)*

În conformitate cu sistemul internaţional de clasificare (care va fi prezentat detaliat în cadrul capitolului de informare şi sinteză a informaţiilor) se disting opt grupe corespunzătoare celor opt domenii, notate cu literele mari ale alfabetului latin A...H:

A - necesităţi curente ale vieţii (agricultură, alimentare, obiecte personale şi de menaj);

B - tehnică industrială şi transporturi (sănătate, distracţii, separare şi

amestecare, modelare, imprimerie, papetărie, decoraţiuni, transporturi, manipulări, tehnologii prelucrătoare, utilaje de lucru);

C - chimie şi metalurgie;

D - textile şi hîrtie;

E - construcţii fixe (lucrări publice, clădiri, exploatare minieră - petrol);

F - motoare, maşini, tehnologii generale, iluminat, încălzit, energetică şi explozivi;

G - fizică, metrologie, fotografie, tehnică nucleară;

H - electricitate.

5.5.4. *Clasificarea invenţiilor după natura elementelor de noutate conţinute*

După natura elementelor de noutate generate, invenţiile se pot subclasifica în următoarele patru grupe de bază:

c_1 - invenţii care au ca obiect un produs industrial (substanţă, material, obiect de utilizare directă, aparate, maşini, scule etc.);

c_2 - invenţii care au ca obiect un nou procedeu sau o nouă metodă (procedeu de producere sau metodă permiţînd rezultate tehnice noi superioare);

c_3 - invenţii care au ca obiect o nouă aplicare a unui mijloc cunoscut cu efecte noi superioare;

c_4 - invenţii care au ca obiect combinaţii noi de elemente cunoscute, avînd ca efect obţinerea de produse noi, procedee noi sau metode noi, cu efecte noi, superioare.

5.5.5. *Clasificarea invenţiilor după nivelul, importanţa şi aportul elementelor de noutate conţinute*

Această clasificare pune în evidenţă faptul că o invenţie nu trebuie să rezolve neapărat probleme de o excepţională valoare, la cel mai înalt nivel al tehnicii şi cu un grad de complexitate ridicat.

Din punctul de vedere al nivelului, importanţei şi aportului elementelor de noutate conţinute, invenţiile se pot subclasifica în trei mari grupe:

d_1 - *invenţii pionier*, deschizînd noi orizonturi în creaţie, ca de exemplu, primul avion cu reacţie, prima instalaţie laser, primul ciclotron, primul aparat radar etc.;

d_2 - *invenţii curente*, cuprinzînd marea majoritate a inventiilor de perfecţionare, de completare, de combinare, de dezvoltare, de extindere, bazate pe principii cunoscute, dar conducînd la simplificarea constructiv-funcţional-tehnologică a produselor, la simplificarea şi eficientizarea procedeelor şi metodelor, la mecanizare, automatizare, robotizare, la creşterea productivităţii muncii, la creşterea fiabilităţii, la reducerea preţului de cost etc.;

d_3 - *invenţii mici*, la care intervenţia inventatorului apare ca modestă şi denotă un nivel de creativitate relativ scăzut, dar care, prin realizare şi aplicare, în contextul altor invenţii mici sau curente pot aduce un aport tehnic şi economic cert.

5.5.6. *Clasificarea invenţiilor după actul de proprietate care poate fi acordat*

Întrucît sistemul de acordare al actelor şi tipul actelor de protecţie variază de la ţară la ţară, clasificarea care este prezentată în continuare se referă numai la legislaţia românească.

După actul de proprietate care poate fi acordat în România, invenţiile se pot împărţi în următoarele patru tipuri de bază:

e_1 - invenţii protejate prin *brevete de invenţii*;

e_2 - invenţii complementare, protejate prin *brevete complementare*, în cazul în care invenţia este o perfecţionare a unei invenţii brevetate anterior (invenţie principală) şi nu poate fi aplicată fără aceasta.

Dacă se ia în consideraţie şi legislaţia protecţiei industriale din alte ţări, se pot distinge şi alte două tipuri de invenţii brevetabile:

e_3 - invenţii pentru care se acordă brevet de invenţie *după cercetarea noutăţii şi progresului tehnic* pe plan mondial (procedură valabilă şi în România);

e_4 - invenţii pentru care se acordă brevet de invenţii *fără cercetarea noutăţii şi progresului tehnic* pe plan mondial (Spania, Italia, Belgia, Franţa).

5.5.7. *Clasificarea invenţiilor după speţa noutăţii*

Depistarea la o invenţie a speţei noutăţii uşurează munca de analiză inginerească pentru stabilirea brevetabilităţii, atît pentru examinatorul Oficiului de Stat pentru Invenţii şi Mărci, cît şi pentru însuşi autorul invenţiei.

După speţa noutăţii, invenţiile se subclasifică în unsprezece tipuri de bază:

f_1 - invenţii realizate prin asocierea soluţiilor,

f_2 - invenţii realizate prin modificarea formei obiectului sau a elementelor sale;

f_3 - invenţii realizate prin modificarea dimensiunilor;

f_4 - invenţii realizate printr-o nouă folosire a unui produs sau metode cunoscute;

f_5 - invenţii realizate prin înlocuire de materiale;

f_6 - invenţii prin înlocuirea într-o maşină sau instalaţie a unui dispozitiv cu altul echivalent;

f_7 - invenţii realizate prin modificarea compoziţiei chimice sau a proporţiei materialelor constituiente;

f_8 - invenţii realizate prin modificarea parametrilor operaţiilor tehnologice;

f_9 - invenţii realizate prin modificarea ordinii operaţiilor şi fazelor în procesele tehnologice;

f_{10} - invenţii realizate prin simplificare constructivă sau eliminare de faze;

f_{11} - invenţii realizate prin modificarea schemei electrice, electronice, hidraulice, fluidice, cinematice, de automatizare a unui produs.

Studierea atentă a acestei clasificări de către inventator, îi poate sugera direct unele tehnici de creaţie care vor fi dezvoltate în capitolele următoare, ca de exemplu: f_1 - asocierea şi analogia, f_2, f_3 - modificarea, f_6 - extrapolarea, f_9 - inversia etc.

5.5.8. *Clasificarea invenţiilor după obligaţiile contractuale ale inventatorilor*

Din acest punct de vedere există două categorii de invenţii:

g_1 - invenţii de *serviciu*, care se realizează în cadrul unei munci salariate, invenţia considerîndu-se ca atare ca o sarcină de serviciu;

g_2 - invenţii *libere*, care se realizează în afara obligaţiilor contractuale, din proprie iniţiativă.

5.5.9. *Clasificarea invenţiilor după dreptul de proprietate*

Funcţie de dreptul de proprietate asupra obiectului invenţiei se pot distinge:

h_1 - invenţii *libere proprii* cînd titularul de brevet este însuşi inventatorul, invenţia nefiind cesionată;

h_2 - invenţii *cesionate statului* voluntar sau în virtutea legii, cînd invenţia a rezultat ca urmare a unei activităţi contractuale sau priveşte probleme de larg interes social.

5.5.10. *Clasificarea invenţiilor după gradul de extensie al protecţiei*

Din acest punct de vedere invenţiile se pot subîmpărţi în patru grupe:

i_1 - *invenţii simple* avînd la bază un obiect unitar - un procedeu, o metodă, un mijloc sau un produs;

i_2 - *invenţii complexe*, avînd la bază un obiect combinat din procedeu şi mijloc, din metodă şi mijloc (aparat), din procedeu şi produs sau din procedeu, mijloc şi produs cu condiţia ca ansamblul să fie unitar. La invenţiile complexe, elementele componente pot constitui obiectul unei invenţii unitare, atunci cînd la realizarea scopului propus contribuie creativ, independent, toate componentele şi sînt proprii numai acestui scop [8];

i_3 - *„scări de invenţii"* constituite dintr-un şir de invenţii principale şi complementare, realizate cronologic consecutiv, referitoare la acelaşi obiect sau tehnologie şi aplicate concomitent;

i_4 - *„familii de invenţii"* constituind un ansamblu de soluţii brevetate de aceiaşi autori sau de autori diferiţi şi care se referă la un singur produs complex (maşină unealtă autoturism, avion etc.).

BIBLIOGRAFIE

1. Schietère de Jean-Claude et Turcotte Pierre-Régis - *La dynamique de la créativité dans l'entreprise*. Edit. Dunod, Paris, 1977.
2. Mooney, Ross L. - *Conceptual Model for Integrating Four. Approaches to the Identification of Creative Talent in Scientific Creativity*. John Willey and Sons Inc. New York 1964, p.33.
3. Fromm, Erich - *The Creative Attitude. In Creativity and its Cultivation*. Ed. Harper and Row, 1959,

pp.44-45.
4. Rogers, Carl R. - *Toward a Theory of Creativity*. Ibid p.71.
5. Gordon W.J.J. - *Synectics: The Development of Creative Capacity*. Collier Books, London, 1970, p.136.
6. Marinete, Lucian - *CONCEPTUL DE PROPRIETATE INTELECTUALĂ ŞI DE PROPRIETATE INDUSTRIALĂ - OBIECTIVELE SPECIFICE ALE ACESTORA. In vol. Bazele protecţiei creaţiei tehnice originale*, Rotaprint I.I.S. Sibiu, 1985, pp.118-175.
7. * * * - *Legea nr.62/1974 privind invenţiile şi inovaţiile în R.S.R.*.
8. Lorenţ, Al., Munteanu, S., Dinescu Ion şi Puşcaşu, St. - *Invenţia şi protecţia ei*. Curs CEPECA Bucureşti, 1978.
9. Marinete, Lucian şi Iancu, Ştefan - *DEFINIŢIA INVENŢIEI. CONDIŢIILE DE EXISTENŢĂ A UNEI INVENŢII BREVETABILE - FUNCŢIILE BREVETULUI DE INVENŢII. In vol. Bazele protecţiei creaţiei tehnice originale*, Rotaprint I.I.S. Sibiu, 1985, pp.272-318.
10. Iancu, Vasile - *CADRUL NORMATIV LEGISLATIV AL PROTECŢIEI PROPRIETĂŢII INDUSTRIALE - OBIECTIVELE SPECIFICE ALE ACESTORA*. Ibid. pp.148-149.
11. Lorenţ, Alex. - *SPEŢE DE INVENŢII BREVETABILE; ANALIZA TEHNICĂ COMPARATIVĂ, EFECTE TEHNICE, ECONOMICE, SPECIALE, ESTETICE - PREZENTAREA CONCRETĂ A SPEŢELOR BREVETABILE*. Ibid. pp.319-370.
12. Belous Vitalie - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica*. Ed. Junimea Iaşi, 1986.
13. Constantin I. - *Speţe de invenţii întîlnite în domeniul maşinilor-agricole*. În revista Invenţii, inovaţii, nr.10/1972.
14. Pau Eugen - *CRITERII FOLOSITE LA EXAMINAREA INVENŢIILOR*. În revista Invenţii, inovaţii, nr.11/1967.
15. Chiorean, Romul - *INVENTICA I. CE SÎNT ŞI DE CÎTE FELURI SÎNT INVENŢIILE*. În revista Stiinţă şi tehnică nr.10/1981.

CAPITOLUL 6

BAZELE PSIHOGNOSEOLOGICE ALE SINTEZEI CREATIVE ÎN TEHNICĂ

Inventatorul, ca personalitate în permanentă căutare şi perfecţionare a propriilor valenţe creative, a capacităţii de a realiza din datele şi programele stocate noi asociaţii, noi combinaţii, noi structuri, cu funcţii superioare, trebuie să-şi cunoască bine organul special structurat în acest scop - scoarţa cerebrală - nivelele de activare ale acesteia, de la nivelul biofizic la cel al comunicării interumane, specificul gîndirii tehnice şi a formei superioare a acesteia, gîndirea creativ-tehnică, structura intelectului uman, structurile euristice fundamentale, colaborarea dintre conştient şi subconştient în sinteza creativă, etapele creaţiei tehnice spontane şi stimulate, obstacolele de bază în faţa creaţiei tehnice, pentru ca, în final, să-şi poată structura un model ideal al personalităţii creatoare, pe care să-l urmeze şi spre care să tindă.

6.1. Scoarţa cerebrală - sediul gîndirii umane

Cortexul, scoarţa cerebrală, denumită de I.P. Pavlov „produsul suprem al naturii terestre" [1], reprezintă un strat subţire de 1-3 mm de substanţă cenuşie, de structură foarte fină şi complexă, avînd un volum total de cca. 240 cm^3 şi o suprafaţă de cca. 2500 cm^2, conţinînd circa 13-16,5 miliarde de neuroni, 100-130 miliarde de elemente neurolgice, bogat irigată de o reţea de capilare cu o lungime totală de cca. 1200 km.

Neuronii din structura cortexului sînt repartizaţi în cele 6 straturi specifice şi sînt foarte variaţi ca formă, mărime şi funcţie, dar prezentînd şi trăsături comune ca: bipolaritate, orientarea perpendiculară pe suprafaţa scoarţei cenuşii, o amplă ramificaţie a expansiunilor dendritice, un număr mare al spinilor dendridici şi al contactelor sinaptice (pînă la 100.000 contacte sinaptice cu alţi neuroni).

Contactele sinaptice se realizează prin spinii dendridici ca receptori, în contact cu prelungirile terminale ale altor neuroni, ca emiţători.

Din datele prezentate, rezultă enormele posibilităţi ale creierului uman de a recepţiona, prelucra, stoca, combina şi elabora date: de subliniat în special capacitatea uriaşă a scoarţei cerebrale de a lucra în paralel în cele 13-16,5 miliarde de neuroni, performanţă care nu poate fi egalată de vreo maşină electronică de calcul, caracterizată prin lucrul în „serie" din aproape în aproape, domeniu însă în care poate, evident, depăşi performanţele umane.

Pentru psihologia creaţiei, joacă un rol deosebit de imporatant problema localizării funcţiilor psihice în creier, distingîndu-se două orientări extreme:

- *localizaţionismul îngust*, care pleacă de la premisa că toate funcţiile psihice, indiferent de complexitatea acestora (gîndirea, memoria, voinţa, caracterul etc.) îşi au sedii bine precizate în creier;

- *echipotenţialismul*, în conformitate cu care procesele psihice, nefiind materiale, nu-şi pot avea sedii precizate.

În realitate [1], creierul nu reprezintă nici un ansamblu de „organe" sau „centri", în care şi-ar avea sediul diverse „capacităţi" sau procese psihice independente, dar nici o masă omogenă, care să participe nediferenţiat la producerea fenomenelor psihice, ci un complex dinamic, un ansamblu de formaţii nervoase, caracterizat printr-o mare plasticitate, care participă împreună, dar în diferite corelaţii, la realizarea variatelor funcţii psihice.

Este adevărat că, dintre toate etajele creierului, cel mai mult s-a dezvoltat cortexul, în care se cumulează funcţiile psihice superioare de dobîndire, prelucrare şi stocare a informaţiei, de combinare şi creaţie, precum şi funcţia de elaborare a unor noi programe ale conduitei şi de reglare şi control a activităţii conştiente, în timp ce etajele inferioare participă activ la reglarea stării interne a organismului.

După A.R. Luria [1], [2], se pot distinge 3 blocuri funcţionale ale creierului, a căror participare este necesară în realizarea oricărei activităţi psihice (fig.6.1):

- I, blocul reglării tonusului şi a vigilităţii;
- II, blocul recepţiei, prelucrării şi stocării informaţiei;
- III, blocul programării, reglării şi controlului formelor complexe ale activităţii psihice.

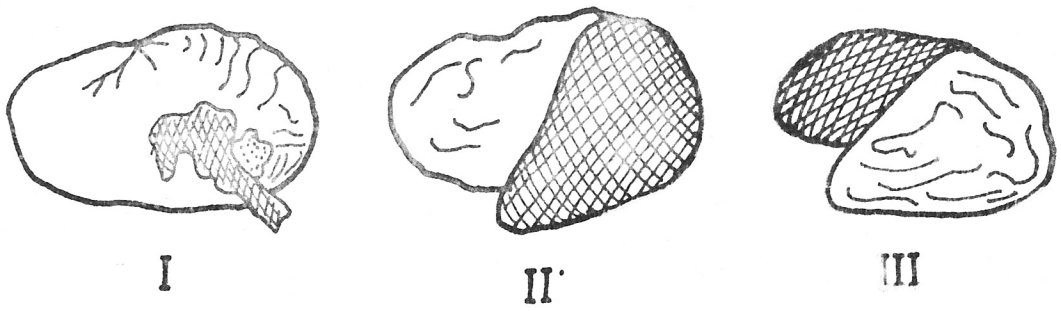


Figura 6.1

Pentru a percepe şi prelucra informaţia, pentru a evoca selectiv în memorie sistemele de legături necesare, pentru a programa şi controla desfăşurarea proceselor psihice,

corectînd erorile şi menţinînd direcţia activităţii sale, creierul trebuie să se afle într-o stare optimă de vigilitate, stare asigurată de blocul I, reprezentat de o formaţie reticulară, situată în etajele tronculare ale creierului.

Acest prim bloc al creierului posedă surse de activare a scoarţei, acţiunea fiecărei surse fiind mijlocită de formaţia reticulară, prin anumite porţiuni specializate ale acesteia:

- procesele metabolice şi conduita instinctivă;
- reflexul de orientare, care constituie fundamentul activităţii cognitive, iar la creatorii de tehnica antrenaţi şi un fundament pentru activitatea combinatorică-inventivă;
- activitatea verbală, manifestată atît prin limbajul extern, iar la inventatori, în special prin forma superioară - limbajul interior, pe baza căruia se formulează, deliberat, scopuri, planuri de perspectivă, care condiţionează în cea mai mare măsură starea de vigilenţă şi mobilizarea scoarţei cerebrale; această sursă reprezintă o maximă importanţă pentru procesul de inventare, constituind componenta afectivă - angajantă a gîndirii tehnice.

Cel de al doilea bloc, *blocul de recepţie-prelucrare şi stocare a informaţiei*, cuprinde porţiunile lateral-posterioare ale cortexului, situate în regiunile occipitală (vizuală), temporală (auditivă) şi parietală (general senzitivă) şi a structurilor subcorticale corespunzătoare, la care se adaugă segmentele centrale ale sensibilităţii vestibulare, gustative, olfactive etc.

În acest bloc sosesc impulsurile, se realizează şi sinteza informaţiilor, în unităţi ample, în structuri funcţionale, dinamice şi tot aici se realizează trecerea de la nivelul sintezei intuitive-directe la nivelul proceselor simbolice, pentru a opera cu semnificaţia cuvintelor, cu stucturi gramaticale şi logice complexe, cu siteme, numere şi raporturi abstracte [1], [2].

Organizarea blocului de recepţie, prelucrare şi stocare a informaţiei este supusă următoarelor legi de bază:

- legea ierarhizării zonelor corticale, cele superioare dirijînd activitatea celor inferioare;
- legea diminuării specificităţii elementelor componente ale diferitelor zone, de la cele primare spre cele terţiare crescînd ponderea neuronilor polimodali;
- legea lateralizării progresive a funcţiilor - legarea mai strînsă a funcţiilor, odată cu creşterea complexităţii acestora, de o anumită emisferă cerebrală dominantă.

Dacă zonele primare sînt echivalente în cele două emisfere, zonele secundare şi mai ales cele terţiare sînt dependente mai ales de emisfera stîngă, de obicei dominantă, ca urmare a dextralităţii dobîndite în procesul muncii; însuşi limbajul este legat de emisfera stîngă la dreptaci.

Amplele cercetări, începute în 1962 de către Roger Sperry, încununate cu premiul Nobel în medicină pentru anul 1981 [3], au îmbogăţit această lege generală demonstrînd, experimental, specializarea psihofuncţională a celor două emisfere, emisfera dreaptă fiind sediul proceselor psihice primare, iar cea stîngă a proceselor secundare. Emisfera stîngă este sediul gîndirii convergente-logic-deductive-cognitiv-reproductive al limbajului, în timp ce emisfera dreaptă este sediul gîndirii divergente, combinative-imaginative-creative şi a gîndirii non-verbal intuitive.

Această lege este ilustrată în figura 6.2, în care este prezentată coordonarea celor două emisfere şi realizarea şi integrarea activităţii psihice conştiente [4].

După cum au arătat cercetările colectivului condus de profesorul Roger Wolcott Sperry, între emisferele cerebrale nu există, aşa cum se considera înainte, un raport de subordonare şi simultaneitate funcţională, ci unul de complementaritate şi alternanţă funcţională.

Componentele şi structurile psihice ale celor două emisfere sînt diferite; în timp ce emisfera stîngă este specializată în realizarea funcţiilor cognitiv superioare-abstract-simbolice - mediate de limbaj, logică şi matematică, emisfera dreaptă este specializată preponderent în integrarea şi sistematizarea experienţei senzoriale, a operaţiilor de analiză, clasificare şi combinare a imaginilor, precum şi a componentei emoţional-afective, a comportamentului în situaţii extreme concrete.

Dacă funcţionalitatea emisferei stîngi este impulsionată şi susţinută de sarcini formulate verbal, oral sau scris, simbolic sau numeric, în care se solicită elaborarea şi expunerea răspunsurilor verbale desfăşurate, funcţionarea emisferei drepte este stimulată şi susţinută de sarcini prezentate în formă obiectual-imaginistică şi în care se cere elaborarea unor răspunsuri non verbale [4].

În consecinţă, funcţie de natura şi forma de prezentare a sarcinilor intră în funcţiune cînd emisfera stingă cînd cea dreaptă, alternarea funcţională realizîndu-se de regulă automat, fără efort, în virtutea legii fiziologice generale a exclusivităţii, activarea unei emisfere fiind automat asociată cu inhibarea celeilalte.

Cel de-al treilea bloc - *blocul de programare-reglare şi control al activităţii* - asigură o latură fundamentală a activităţii psihice umane - cea de organizare şi dirijare a activităţilor psihice conştiente.

Acest bloc este situat în sectoarele anterioare ale emisferelor cerebrale, în faţa scizurii centrale.

Rolul pricipal în formularea scopurilor, în alcătuirea planurilor şi programelor, precum şi în controlul celor mai complexe forme de conduită revine zonelor terţiare - prefrontale ale creierului.

Avînd aceleaşi principii de organizare ca şi blocul II - structură ierarhică, specificitate descrescîndă şi lateralizare progresivă, blocul III se caracterizează printr-un sens descendent al proceselor; de la zonele complexe terţiare şi secundare, în care se elaborează planurile şi programele motrice, impulsurile trec la aparatele zonei motrice primare, spre nucleii motori inferiori.

Sectoarele prefrontale joacă rolul pricipal în programarea şi controlul actiunilor omului şi mai ales a formelor conştiente ale activităţii, care se realizează cu participarea limbajului [1], [2].

Toate cele trei blocuri ale creierului nu funcţionează izolat, ci intercondiţionat - într-o strînsă unitate ca de altfel şi cele două emisfere cerebrale în ansamblu.

Trebuie subliniat că analizatorul, în ansamblu, nu poate lucra la capacitatea sa plenară fără *să înveţe în prealabil să funcţioneze*. Pe lîngă programele ereditare, după care funcţionează receptorii şi etajele inferioare ale sistemului nervos central, creierul uman are nevoie şi de un *program dobîndit de lucru*.

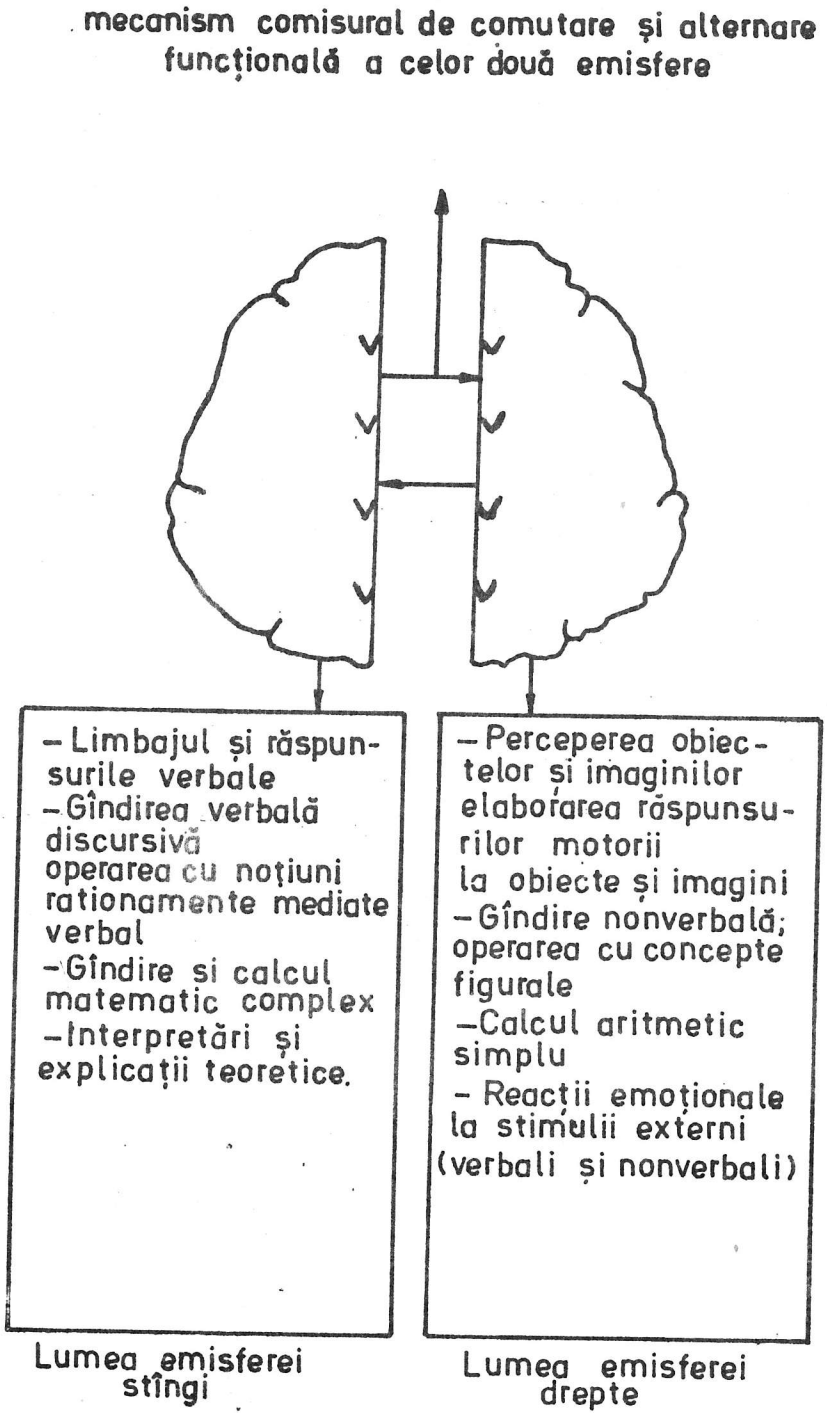

mecanism comisural de comutare și alternare funcțională a celor două emisfere
– Limbajul și răspunsurile verbale
– Gîndirea verbală discursivă operarea cu noțiuni rationamente mediate verbal
– Gîndire și calcul matematic complex
– Interpretări și explicații teoretice.
– Perceperea obiectelor și imaginilor elaborarea răspunsurilor motorii la obiecte și imagini
– Gîndire nonverbală; operarea cu concepte figurale
– Calcul aritmetic simplu
– Reacții emoționale la stimulii externi (verbali și nonverbali)
Lumea emisferei stîngi
Lumea emisferei drepte

Figura 6.2

Cu cît etajul nervos ocupă un loc mai înalt organizat, cu atît creşte ponderea programului dobîndit, constituit în cursul experienţei, în relaţiile reciproce între organism şi mediu.

Cu atît mai mult, gîndirea inventivă reprezintă rezultatul prin excelenţă a unor deprinderi dobîndite de a sintetiza din elementele cunoscute - noi ansambluri cu funcţii superioare, de a face bisocieri, extrapolări, generalizări, experienţă dobîndită nu numai prin activităţi pur intelectuale, ci în special prin acţiunea directă-tehnologică, de realizare-experimentare-optimizare a obiectului muncii.

Pe drept cuvînt, adevăratul inventator gîndeşte cu inima (blocul I - emisfera dreaptă), cu creierul (blocul II - emisfera stîngă) şi cu mîinile (blocul III).

Marile invenţii nu se nasc fără participarea afectivă-angajantă, fără o gîndire logică-deductivă, fără o gîndire combinativă, fără o gîndire tehnologică-directă, în procesul de realizare. Marii inventatori şi-au petrecut cea mai mare parte a vieţii în laboratoare şi ateliere de prototipuri, dezvoltînd o muncă intelectuală pasionată.

Cercetările electroencefalografice ale activităţii electrice a creierului uman au pus în evidenţă frecvenţa de 0,5-50 oscilaţii pe secundă şi de amplitudine de 5-30 μV, distingîndu-se următoarele ritmuri principale specifice [1]:

δ - (0,5-4) Hz, (50-300) μV, care apare în somn şi în lezarea segmentelor profunde ale creierului;

α - (8-13) Hz, (30-100) μV, care apare în stare calmă, de veghe în repaus, cu ochii închişi şi dispare la lumină, la o stimulare bruscă, în activitatea intelectuală;

β - (15-30) Hz, (10-30) μV, care apare în activitatea cerebrală evocată;

γ - (30-50) Hz, (10-15) μV, care apare în stare activă;

τ - (13-16) Hz, (35-50) μV, care apare în timpul somnului superficial.

Acest tablou general este însă contrazis de rezultatele obţinute în ultimul timp la indivizii creativi, la care, paradoxal, undele α în loc să dispară în timpul activităţii, dimpotrivă, apar drept caracteristice ale activităţii creative.

Explicaţia constă în faptul că activitatea creativă solicită, simultan, coparticiparea proceselor psihice primare, de ordin afectiv-combinativ cu cele secundare de ordin logic-deductiv, a gîndirii divergente cu cea convergentă.

Devine astfel posibilă relevarea momentelor în care subiectul se află într-o adevărată activitate de creaţie, precum şi a solicitărilor creierului uman în procesul de instruire.

Primele testări în domeniul studenţesc, atît în timpul orelor de curs, cît şi al celor de aplicaţii, efectuate în URSS, au şi condus la concluzia de maximă importanţă practică pentru perfecţionare viitoare a procesului de învăţămînt superior: *emisfera stîngă, sediul principal al gîndirii convergente-reproductive, al proceselor logice, este permanent solicitată şi pusă la lucru, în timp ce emisfera dreaptă, sediul gîndirii divergente, asociativ, afectiv, creatoare, „leneveşte".*

Marile performanţe ale gîndirii umane nu se pot realiza decît printr-o colaborare eficientă între cele două emisfere care trebuie, în acest scop, să fie antrenate echilibrat.

Dezvoltarea prin sistemul de învăţămînt de toate gradele, cu predilecţie a funcţiilor specifice emisferei stîngi, dominată de logică, de gîndirea convergentă, de gîndirea teoretică şi de gîndirea critică, reprezintă un bun cîştigat de omenire în decursul a mii de ani de progrese în domeniul instruirii, dar contribuie relativ puţin la antrenarea

capacităţilor creative ale omului, practic numai în măsura în care, prin pregătirea teoretică-fundamentală, se asigură unul din atributele de bază al spiritelor creative - flexibilitatea.

Funcţiile emisferei drepte sînt mai aproape de gîndirea creativă tehnică, dominată de practică, de perceperea şi reprezentarea obiectelor şi imaginilor, de asociere şi combinare a acestora, de circuitele emoţionale-angajante.

Perceperea obiectelor şi imaginilor, elaborarea răspunsurilor motorii la obiecte şi imagini, reprezintă (fig. 6.2) o funcţie de bază a emisferei drepte, care stă la baza creaţiei tehnice şi care nu se structurează decît printr-o activitate intelectuală dirijată în acest sens.

O lumină nouă asupra acestei laturi a activităţii cerebrale aduce grupul de cercetări al altor doi laureaţi ai premiului Nobel pentru anul 1981, profesorii David H. Hubel şi Torsten N. Wiesel de al Universitatea Harvard, care au demonstrat că în cazul percepţiei vizuale, formarea imaginii obiectului are al bază răspunsul selectiv al diferitelor grupuri de neuroni de la nivelul scoarţei cerebrale la raporturile poziţionale dintre dimensiunile metrice ale obiectului; unele circuite neuronale integrează informaţia despre orizontalitate, altele despre verticalitate iar altele, despre înclinaţie şi unghiularitate. Neuronii situaţi în profunzimea cortexului vizual reacţionează numai la caracteristicile generale ale stimulului, în timp ce alţii răspund numai la micşorarea stimulului în cîmpul vizual şi numai la mişcarea într-un anumit sens. Principiul diferenţierii şi specializării modale, potrivit căreia, *evolutiv*, organizarea strctural-funcţională a fiecărui analizor se constituie în aşa fel încît să recepţioneze şi să interpreteze numai o anumită categorie de moduli, scoate în evidenţă *rolul deosebit al practicii* în structuarea unei laturi hotărîtoare a gîndirii creative tehnice - „gîndirea cu mîinile" - gîndirea în care creierul prin emisfera sa dreaptă colaborează rodnic cu simţurile activizate.

Din analiza schemei din figura 6.2 rezultă şi rolul important pe care îl joacă exerciţiul aritmetic, în special cel mintal, în educarea timpurie a valenţelor creative, infirmînd unele teorii psihopedagogice care preconizau scutirea copiilor de „chinurile aritmeticii" printr-o algebrizare precoce; în felul acesta, copiii ar fi fost privaţi şi de structurarea unei funcţii creative importante a emisferei drepte.

6.2. Psihicul uman - definit din punctul de vedere informaţional

Pornind de la premiza *realităţii ca unitate dialectică dintre substanţă, energie, informaţie,* Virgil Enătescu defineşte din punct de vedere informaţional, psihicul drept cea mai înaltă specializată funcţie biologic-informaţională, prima cu caracter specific uman, constituită ca rezultat al celui mai înalt grad de integrare sistematică, de adaptare ecologică şi socială a materiei vii superior organizate [5].

Suportul de substanţă al funcţiilor psihice este reprezentat de substratul anatomic, histologic şi biochimic al sistemului nervos uman. *Substratul funcţional energetic*, cu implicaţii informaţionale-psihologice, constituie obiectul de studiu al neurofiziologiei, din care s-a conturat o ramură specială - psihofiziologia.

Plecînd de la suportul de substanţă şi cel funcţional energetic, Virgil Enătescu elaborează un sugestiv model al nivelelor informaţionale ale psihicului uman [5], [6], [7].

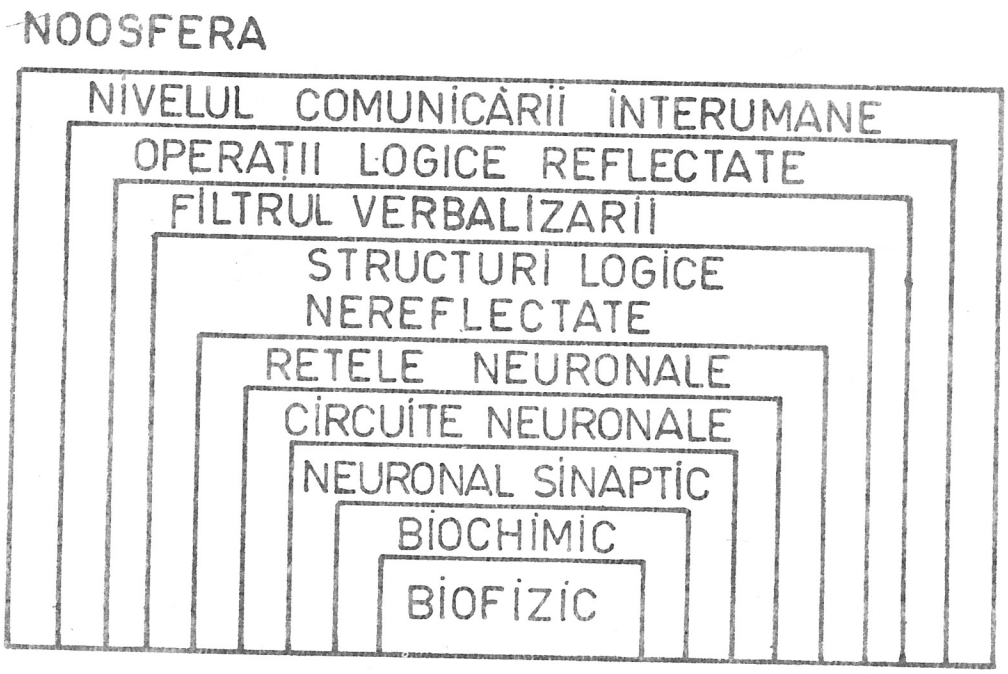


Figura 6.3

Folosind principiul lui Kedrov de structurare al clasificării în sensul creşterii complexităţii obiectului de studiu şi a legilor specifice şi după modelul integronului definit în biologie de Fr. Jakob, autorul ajunge la modelul din figura 6.3, în care nivelele psihicului corespund metodologiilor de investigare aplicate ramurilor medicale specifice şi tehnicilor terapeutice şi totodată nivelelor de structurare în complexitate a materiei, ca suport al fenomenelor informaţionale, precum şi complexităţii prelucrării informaţiei:

- Nivelul biofizic al biopotenţialelor şi echilibrelor ionice corespunde biofizicii.
- Nivelul biochimic include şi nivelul biofizic, avînd o complexitate mai mare, specifică structurilor moleculare, abordabil prin biochimie, histochimie etc.
- Primele două nivele se integrează în al treilea nivel al structurilor neural sinaptice de unde începe neurofiziologia.
- Nivelul circuitelor neuronale a cîştigat în definire prin contribuţia neurociberneticii.

- Nivelul reţelelor neuronale, mult mai complex decît nivelul anterior, constituie obiectul psihofiziologiei şi al neurofiziologiei moderne fiind doar în parte cumoscut.

- Nivelul structurilor logice nereflectate constituie primul nivel de complexitate psihică, specific umană, în care au loc operaţii logice, semantice şi sintactice ce scapă controlului conştient, cel mai banal exemplu fiind realizarea topicii frazei.

- Rezultatele operaţiilor din acest nivel sînt trecute prin filtrul verbalizării şi al reprezentării figurative care constituie cel de al şaptelea nivel.

- Nivelul operaţiilor logice reflectate sau conştiente se realizează în cadrul celui de al doilea sistem de semnalizare.

- Nivelul sistemelor de comunicare interumană care interfaţează psihicul individual cu noosfera constituie al nouălea nivel.

- Ultimul nivel, al noosferei sau noogenezei, este un nivel interindividual al cunoaşterii umane acumulate pe parcursul evoluţiei şi transmise ca informaţie prin căile de comunicaţie interumană. Valoarea ultimului nivel este demonstrată în psihogeneză dar şi în sanogeneza psihică.

Virgil Enătescu consideră, pe bună dreptate, că întreaga activitate intuitivă (specifică invenţiilor spontane şi celor stimulate) se desfăşoară *la nivelul structurilor logice nereflectate*, dar după un determinism complex, nesesizabil cu mijloacele actuale de investigare. finalul acestor operaţii logice, trecînd prin nivelul prelucrărilor figurative sau al verbalizării, se relevă ca intuiţie-iluminare.

6.3. Competenţa şi performanţa creierului uman

Dacă la analogul artificial al cortexului, computerul, care nu reprezintă decît un model parţial al primului, reproducînd în primul rînd funcţii cognitiv-rezolutive şi pe acestea nu în complexitatea lor reală, *competenţa şi performanţa practic se confundă*, la creierul uman competenţa şi performanţa sînt diferenţiate destul de pregnant. După Constantin Arseni, [8] competenţa exprimă ansamblul factorilor şi condiţiilor care ţin de organizarea generală a creierului şi care îl fac apt pentru a răspunde adecvat şi de a face faţă mai mult sau mai puţin optim solicitărilor mediului intern şi extern al organismului şi se poate exprima sub forma următorului raport:

$$C = \frac{\Sigma Y_k}{\Sigma X_k} \qquad (6.1)$$

X_k fiind mulţimea claselor posibile de situaţii problematice iar Y_k - mulţimea claselor de răspunsuri adaptive. Evident, competenţa maximă, corespunzînd raportului $C = 1$, reprezintă o limită care nu poate fi atinsă de un creier individual şi poate fi denumită *„speranţa teoretică de evoluţie"* a organizării cerebrale. Competenţa reprezintă *posibilul comportamental*, în timp ce performanţa dezvăluie *realul comportamental*.

Transformarea posibilului în real este, de asemenea, o acţiune specifică creierului uman şi este mediată de două grupe de factori:

- *capacitatea de a folosi eficient sistemul informaţional de date şi de legi de compoziţie rezonantă* - ca formă superioară de manifestare a competenţei;

- *motivaţia* favorizată de circuitele emoţionale pozitive ale activităţii psihice.

Luînd în consideraţie faptul că în gîndirea tehnică, performanţa este reprezentată în primul rînd de creaţia tehnică, prin forma sa superioară de manifestare - invenţia, *eficienţa activităţii creativ-tehnice a creierului uman E*, se poate exprima sub o formă similară cu cea din relaţia (6.1):

$$E = \frac{\Sigma P_T}{\Sigma S_T} \qquad (6.2)$$

în care $\sum P_T$ este mulţimea problemelor tehnice capabile de a fi rezolvate creativ de către creierul uman iar $\sum S_T$ reprezintă mulţimea soluţiilor originale optimale elaborate, gradul de neconcordanţă dintre numitor şi numărător, dintre competenţa inventivă şi performanţa inventivă, fiind net superior gradului de concordanţă dintre competenţă şi performanţă generală a materiei cenuşii.

Rolul principal al prezentei cărţi este reducerea decalajului dintre competenţă şi performanţă, în condiţiile creşterii competenţei creativ-tehnice, problematică dezvoltată pe larg în următoarele capitole de specialitate.

Această problemă nu poate fi însă desprinsă de problema raportului dintre *informaţie şi competenţă*,pe larg dezvoltată în monografia Corneliei Bîrliba [9], informaţia reprezentînd pe lîngă materie, mişcare şi energie, *o nouă dimensiune a realităţii obiective*, fără a cărei continuă perfecţionare nu este de conceput progresul ştiinţei, tehnicii, economiei şi al societăţii în ansamblu.

Competenţa este rezultatul informării şi stocării informaţiilor filtrate în prealabil, supuse percepţiilor senzoriale şi intelectuale, categorisite şi clasificate, introducerea în subconştient - în memorie - a datelor fiind asociată cu cea a legilor de asociaţie - compoziţie rezonantă.

Dar dacă informaţia determină competenţa, iar competenţa determină performanţa, aceasta la rîndul său îmbogăţeşte informaţia cu noi date şi legi de mare intensitate, mai ales dacă se iau în consideraţie şi funcţiile emoţionale favorabile determinate de realizarea propriilor performanţe ale materiei cenuşii; de aceea, (fig.6.4), informaţia, competenţa şi performanţa reprezintă o unitate dialectică, avînd drept rezultantă însăşi dezvoltarea creierului uman.

6.4. Raportul dintre informaţie-competenţă-performanţă şi vîrstă; necesitatea învăţării permanente

Capacitatea creierului uman de a recepta, prelucra şi stoca informaţia - de a-şi amplifica competenţa şi performanţa sînt, evident, în strînsă legătură cu vîrsta şi cu evoluţia anatomo-fiziologică naturală în general şi a sistemului nervos în special şi a fost amplu studiată, principalele rezultate fiind prezentate în monografia elaborată de Pavel Mureşan [10], iar unele dintre datele semnificative pentru inventatorul de profesie în devenire sînt expuse în cele ce urmează.

Înaintînd în vîrstă, scade capacitatea senzorială, în special a analizorului vizual şi auditiv, capacitatea maximă constatîndu-se la vîrsta de 10-20 ani, iar la 60 de ani, pupila

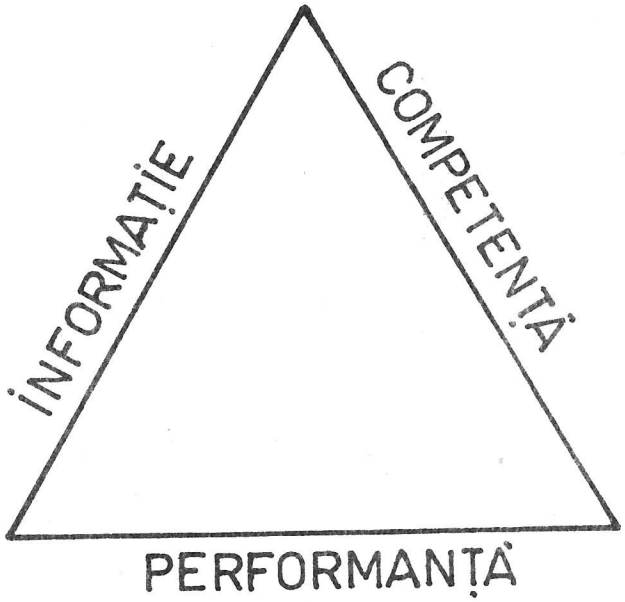


Figura 6.4

micşorîndu-se de cca. 3 ori, necesarul intensităţii luminoase creşte de 4-10 ori, iar procentajul celor care văd normal se reduce la numai 6%.

Acuitatea auditivă atinge gradul optim de discriminare între 10 şi 14 ani, iar după 40 de ani are loc o scădere vizibilă şi continuă a acesteia.

Rapiditatea reacţiei la stimuli acustici şi optici, precum şi rapiditatea mişcării sînt maxime între 20 şi 50 de ani, după care scad rapid, de aici rezultînd şi o capacitate de învăţare psihomotorie relativ constantă pîna la vîrsta de 50 ani.

Atenţia în procesul de informaţie scade de la vîrsta de 30 ani pînă la virsta de 60 ani cu cca. 13%, ceea ce evident poate influenţa negativ fluxul informaţional.

Memoria evoluează complex cu înaintarea în vîrstă, variind mult funcţie de gradul de informare şi de profesie; la adulţi memoria se restructurează în profunzime sub impulsul sarcinilor şi activităţii, trecînd pe primul plan procesele de memorare mediate, de factură logico-verbală, care îşi subordonează procesele de memorare imediate. Începînd cu vîrsta de 25-30 ani scade capacitatea de întipărire şi fixare rapidă-mecanică a materialului fără sens, neconsonant cu ceea ce este deja stocat, acţionînd pregnant o funcţie importantă a materiei cenuşii *apercepţia intelectuală* „vama" riguroasă în raport cu datele informaţionale nesemnificative; în schimb *memoria logică*, în măsura în care este activată în permanenţă, nu numai că nu scade, ci dimpotrivă se dezvoltă pînă la vîrste înaintate.

Întrucît capacitatea de întipărire scade cu vîrsta, este valabilă legea lui Ribot, în conformitate cu care, cu înaintarea în vîrstă se uită în primul rînd ceea ce s-a întipărit în ultima perioadă de timp - *„conținuturile memoriei se destructurează în ordine inversă celei în care au fost structurate"*.

Legătura dintre *inteligență și vîrstă* este deosebit de complexă; este suficient de arătat că *scăderea numărului de neuroni activi* cu vîrsta influențează negativ inteligența, dar că prin acumulare de experiență și învățare continuă *crește numărul de legături interneuronale* (fig.6.5).

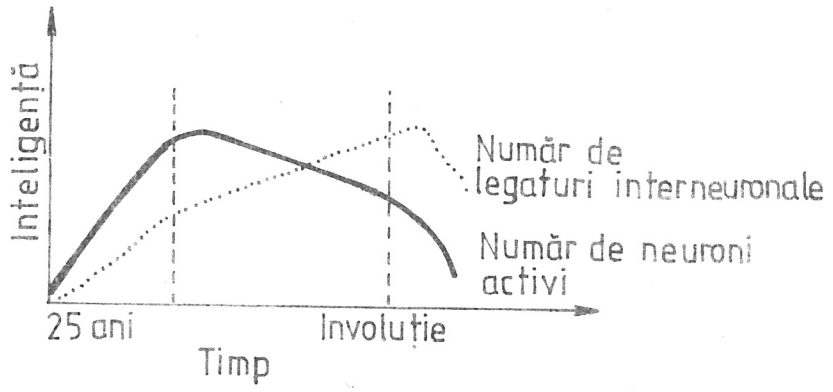


Figura 6.5

De aici se desprinde o concluzie de maximă importanță pentru praxiologia creației tehnice: *pentru a mări capacitatea creativă a creierului inovatorului, acesta trebuie să fie solicitat intens și continuu, în vederea realizării unui cît mai mare număr de legături interneuronale, care să compenseze scăderea naturală a numărului neuronilor*. Această concluzie este sprijinită de constatarea lui Vernon [10], [11] că persoanele mai puțin inteligente, dar care practică o profesie care solicită mult intelectul, obțin după o perioadă de timp performanțe mai mari la testele de inteligență decît persoanele mai inteligente inițial, dar care au practicat maserii care solicită minor inteligența; în acest sens, cercetările au scos în evidență faptul că adulții a căror muncă reclamă un continuu efort intelectual (ingineri, profesori, oameni de știință) au o medie a dezvoltării intelectuale de 108,5 față de numai 92,8 la adulții a căror muncă nu implică decît în foarte mică măsură eforturi intelectuale.

Cercetările efectuate de neuro-anatomo-fiziologii japonezi au demonstrat experimental- vizualizat, că în stare de efort intelectual, creierul are capacitatea de a face apel și de a realiza un supliment de irigare sanguină a straturilor active de neuroni, iar dacă astfel de acțiuni sînt prelungite pînă la vîrste înaintate, efectul rezultant este prelungirea perioadei performante a intelectului și chiar prelungirea vieții în ansamblu, în condițiile eliminării aproape integrale a fenomenelor de senilitate.

Se poate sublinia şi faptul că o investigaţie amplă intreprinsă pe 1100 japonezi, 1100 americani şi 1100 europeni, cu ajutorul testelor de inteligenţă Wechsler, a condus la concluzia generală că în ultimii 70 de ani QI-ul mediu al japonezilor a crescut pînă la 107, în timp ce al americanilor şi europenilor s-a menţinut practic constant de 100. A crescut, de asemenea, procentajul celor superdotaţi, avînd QI=130, pînă la 10%, în timp ce pentru europeni şi americani, a rămas de asemenea constant, de 2%. Singura explicaţie plauzibilă este supraactivarea în ultimele decenii a creierelor japoneze, Japonia trebuind să trăiască şi să prospere practic numai din resursele aurului cenuşiu.

Gerontologia a stabilit că instruirea şi munca intelectuală, antrenarea permanentă a funcţiilor intelectuale constituie factorii principali ai păstrării vitalităţii şi longevităţii omului. Un rol esenţial în lupta împotriva involuţiei îl are munca intelectuală. Printre cei care au argumentat această idee se numără C.I. Parhon, S. Pacaud, Mihailov şi alţii. Longevitatea modernă este o consecinţă a regimului de viaţă, dar, în mare măsură, şi a formelor de educaţie difuză şi organizată în care sînt cuprinşi tot mai mult oamenii de toate vîrstele. Între acestea, educaţia intelectuală prelungită şi exercitarea continuă a autoinstruirii ocupă un loc de primă importanţă în formarea profilului socio-moral al vîrstelor adulte contemporane.

Psihopatologia demonstrează faptul că lipsa unei activităţi intelectuale susţinute la adult corelează cu o serie de boli psihice, în primul rînd ale gîndirii şi memoriei: brahipsihie, amnezie recurentă, imposibilitatea de integrare verbală, comprehensiune semantică redusă, stereotipii în gîndire, reducerea capacităţii critice şi creative, a flexibilităţii intelectuale ideative şi verbale etc. După Fr. Urbanczyk (1975) cauzele scăderii capacităţii de învăţare odată cu vîrsta sînt: starea generală a sănătăţii şi energiei, dispariţia interesului pentru studiu, lipsa modalităţilor de exersare a capacităţilor de învăţare. Sintetizînd rezultatele cercetărilor şi consideraţiilor de pînă acum, P. Mureşan formulează următoarea idee: *la adult, odată cu înaintarea în vîrstă, scade ponderea factorilor biopsihici implicaţi, în procesul de învăţare, crescînd ponderea celor educaţionali şi socio-culturali: deprinderi intelectuale, stil de muncă intelectuală, metode şi tehnici de muncă intelectuală, construcţia logico-simbolică, verbală şi semantică a intelectului etc.* [10].

Convingătoare sînt datele statistice privind longevitatea în corelaţie cu vîrsta fizică şi psihică activă, prezentate în tabelul 6.1 [10].

O primă constatare este că oamenii cu o intensă activitate intelectuală au avut o longevitate ridicată, de 67-68 ani, net superioară mediei generale a oamenilor din perioada respectivă, de numai 40-45 ani.

O a doua constatare este că mulţi mari creatori au trăit pînă la vîrste înaintate de peste 85 ani.

Întrebarea firească pe care şi-o pune orice cititor este: *„Au avut performanţe superioare pentru că au trăit mult sau au trăit mult pentru că au avut performanţe ?"* şi răspunsul este evident: cele două afirmaţii nu se exclud, ci dimpotrivă, sînt ambele adevărate; iată de ce la vechiul dicton latin „mens sana in corpore sano" ar trebui să se adauge şi dictonul „corpore sano per mens sana" (un adevăr cunoscut din vechea gîndire indiană).

Tabelul 6.1

Longevitatea în corelație cu vîrsta fizică și psihică activă

Nr. crt.	Domeniu de activitate	Vîrsta medie (pe eșantioane cercetate)	Cît % au depășit vîrsta de 85 de ani	Exemple celebre	Vîrsta maximă	Observații
1	Poeți	60 ani, eșantion: 492 persoane	2%	Anacreon	115 ani	
				Cornaro	100 ani	
2	Pictori	64 ani, eșantion: 308 persoane	5,2%	Tiziano	99 ani	Woldeck (pictor german a expus la vîrsta de 101 ani)
				Aschenbach	95 ani	
				Goya	92 ani	
				Menzel	90 ani	
3	Muzicieni	67 ani, eșăntion: 260 persoane	5,4%	R. Reinken	99 ani	
				Lucia Cosma	97 ani	
				Wildor	92 ani	
				Brediceanu	92 ani	
				Verdi	88 ani	
4	Sculptori	68 ani	7,4%	Michelangelo	89 ani	
				Weinzinger	88 ani	

Tabelul 6.1 continuare

Nr. ctr.	Domeniu de activitate	Vîrsta medie (pe eşantioane cercetate)	Cît % au depăşit vîrsta de 85 de ani	Exemple celebre	Vîrsta maximă	Observaţii
5	Oameni politici	68 ani	7,2%	R. Kudloch	94 ani	
				Rechberg	93 ani	
				Kossut	92 ani	
				De Valera	92 ani	
6	Medici şi cadre superioare ale armatei (mareşali, generali, amirali, ofiţeri superiori)	69 ani	10%	Dufournel	120 ani	a practicat medicina 90 de ani
				J.A. Bondini	117 ani	
7	Filosofi		10%			
8	Matematicieni	69 ani	22%	Fourier	102 ani	
				Hontel	99 ani	
				Hadammard	98 ani	
				Wirman	94 ani	
9	Naturalişti, botanişti, zoologi, arheologi, geografi	70 ani				

Pe inventator îl interesează, în primul rînd, însă raportul dintre *vîrstă şi creativitate*: analizîndu-se 400 de cazuri, s-a stabilit vîrsta medie la care s-au obţinut marile performanţe, rezultatele fiind sintetizate în tabelul lui Dorland [10] (tabelul 6.2).

Tabelul 6.2

Nr. ctr.	Tipuri de activităţi şi profesii	Media vîrstei
1	Fizicieni şi chimişti	41 ani
2	Poeţi şi dramaturgi	44 ani
3	Nuvelişti	46 ani
4	Exploratori, militari	47 ani
5	Compozitori, actori	48 ani
6	Artişti	50 ani
7	Eseişti	51 ani
8	Oameni de stat, medici	52 ani
9	Filosofi	54 ani
10	Matematicieni, astronomi, umoriști	56 ani
11	Istorici	57 ani
12	Metalurgişti, ziarişti	58 ani

Dacă în sport performanţele maxime se obţin la 25-27 ani, iar în natație sau gimnastică chiar mult mai devreme, la 15-17 ani, în domeniul creaţiei artistice şi ştiinţifice, vîrsta performanţei maxime depăşeşte 40 de ani, majoritatea deţinătorilor premiului Nobel în fizică avînd vîrste cuprinse între 35 şi 60 de ani, iar în medicină - de 45-60 ani. În domeniul tehnic performanţele creative - invenţiile - se realizează la vîrste şi mai înaintate, indiferent de natura acestora; în cazul invenţiilor spontane şi stimulate, născute în subconştient, posibilitatea apariţiei unor asociaţii sau combinaţii rezonante creşte cu cantitatea datelor şi legilor de compoziţie rezonantă stocate, în timp ce numărul de invenţii logic determinate creşte şi prin deprinderea de către inventator a unor noi tehnici şi metode logice de baleiere a spaţiului posibil de soluţii tehnice, inclusiv prin utilizarea calculatoarelor. Cu alte cuvinte, creşterea performanţelor cu înaintarea în vîrstă este posibilă în special dacă omul îşi prelungeşte activitatea fizică şi intelectuală şi *dacă învaţă continuu*.

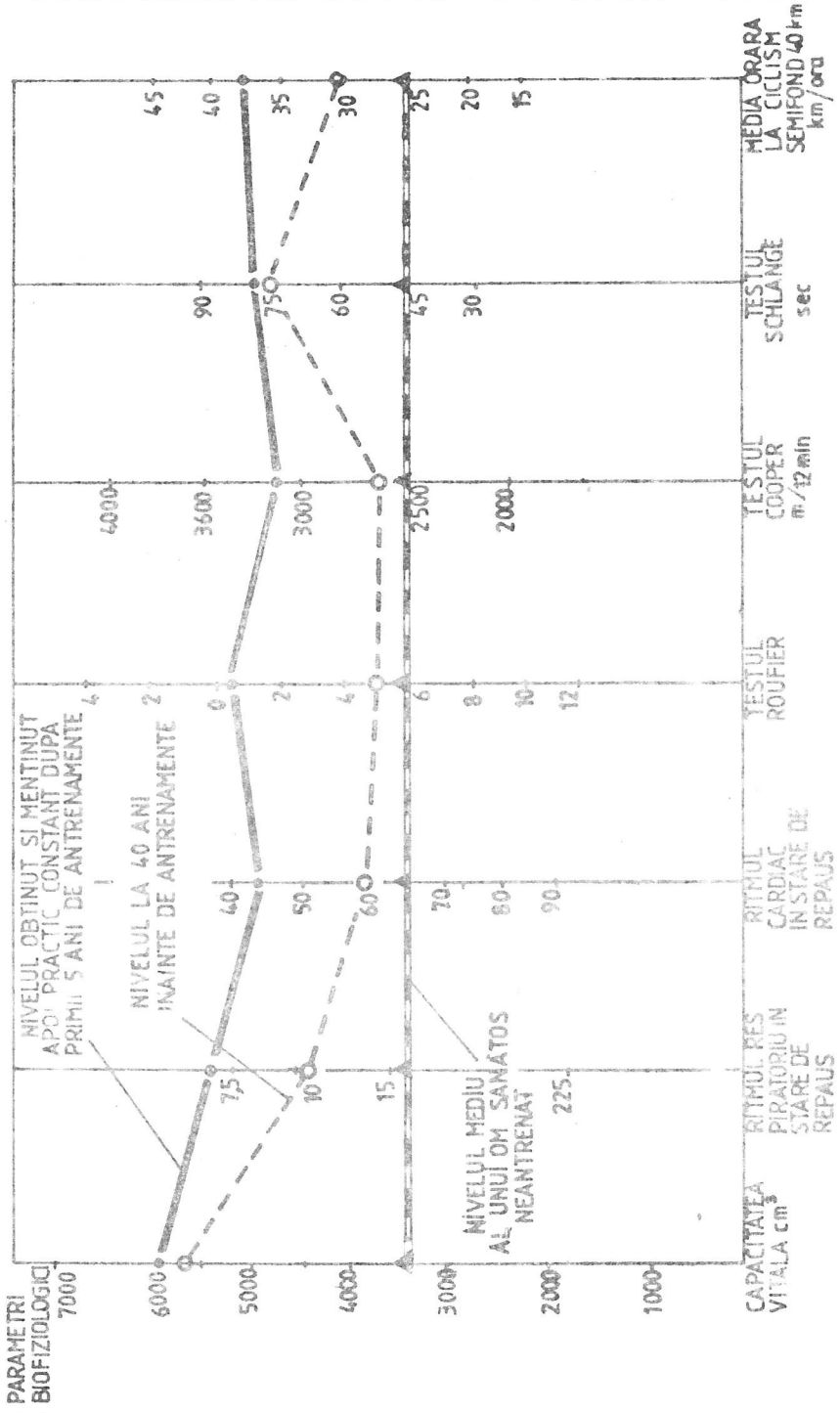

PARAMETRI BIOFIZIOLOGICI
CAPACITATEA VITALA cm³
RITMUL RES PIRATORIU IN STARE DE REPAUS
RITMUL CARDIAC IN STARE DE REPAUS
TESTUL ROUFIER
TESTUL COOPER m/12 min
TESTUL SCHLANGE sec
MEDIA ORARA LA CICLISM SEMIFOND 40 km km/ora
NIVELUL OBTINUT SI MENTINUT APOI PRACTIC CONSTANT DUPA PRIMII 5 ANI DE ANTRENAMENTE
NIVELUL LA 40 ANI INAINTE DE ANTRENAMENTE
NIVELUL MEDIU AL UNUI OM SANATOS NEANTRENAT

Figura 6.6

Prelungirea activităţii fizice se realizează în special prin practicarea continuă şi regulată a sporturilor caracterizate prin efort aerobic-ritmic (cu compensarea integrală ritmică a deficitului de oxigen) de tipul crosului, marşului, ciclismului, nataţiei, canotajului, schiului-fond etc. De acest adevăr, autorul prezentului manual s-a convins cu oarecare întîrziere cu toate că în tinereţe a practicat sportul la nivel de semiperformanţă (nataţie şi atletism la nivel judeţean).

Aplicînd, începînd cu vîrsta de 40 de ani, un program a hipersănătăţii în conformitate cu cele trei condiţii de bază recunoscute astăzi pe plan mondial (cel puţin o oră pe zi, în care inima să bată cu cel puţin dublul ritmului normal şi să curgă continuu transpiraţia), a reuşit să-şi urce în primii 5 ani substanţial parametrii biofiziologici de bază (fig. 6.6).

Dacă în ceea ce priveşte capacitatea vitală şi testul Schlange de verificare a capacităţii plamînilor se pornea de la cote iniţiale destul de înalte obţinute prin înotul practicat în tinereţe, la toţi ceilalţi parametri s-au obţinut creşteri substanţiale; astfel, ritmul respiratoriu în repaus s-a redus la 7, ritmul cardiac în stare de repaus a ajuns la nivelul de 40-48, specific sportivilor de performanţă (bradicardie sportivă) ceea ce s-a întîmplat şi cu testele Roufier şi Cooper, precum şi cu media orară în cursele de ciclism-semifond.

Dar ceea ce se poate considera şi mai important este că acest nivel ridicat se menţine în ultimii 18 ani practic constant, prin menţinerea regimului de antrenament folosit în primii 5 ani (rularea cu bicicleta de curse 200-250 km săptămînal primăvara şi toamna şi 350-400 km săptămînal în cursul verii, cu o încărcare a organismului la 80-90% din capacitatea maximă, lipsa posibilităţii practicării ciclismului iarna fiind compensată de cursele marş-cros, însumînd 50-60 km săptămînal cu o viteză medie de 8 km/oră).

Cu toate că despre propriile performanţe, în virtutea unei modestii normale, n-ar trebui să se vorbească, consider totuşi necesară şi prezentarea evoluţiei performanţelor intelectuale personale cu vîrsta, întrucît una din întrebările fireşti pe care şi-o poate pune orice cititor al cărţii, inventatorul în devenire sau inventatorul în perfecţionare, este în ce măsură cunoştinţele transmise elevului i-au fost utile profesorului în activitatea sa personală de creaţie.

Aşa cum rezultă din figura 6.7, la toţi principalii indicatori obiectivi (invenţii înregistrate, brevete obţinute, lucrări ştiinţifice publicate sau elaborarea şi publicarea de manuale şi monografii) rezultatele au crescut substanţial cu vîrsta, ceea ce confirmă concluzia lui Pavel Mureşan şi intră în contradicţie cu rezultatele statistice ale celor care au studiat evoluţia naturală a performanţelor cu vîrsta. Performanţele pot creşte cu vîrsta, dacă sînt pregătite atît prin exerciţiul fizic, cît şi prin cel intelectual, în special prin învăţarea continuă. Este evident că performanţele intelectuale nu pot creşte oricît cu vîrsta; aşa cum în performanţele fizice există o stabilizare, după care urmează o scădere, la fel în performanţele intelectuale se ajunge la o oarecare stabilizare, urmată de o cădere. Totul este ca această cădere să se producă *cît mai tîrziu şi să dureze cît mai puţin*, şi aceasta nu depinde numai de „paşaportul genelor", ci şi de activitatea pe toate planurile a organismului uman.

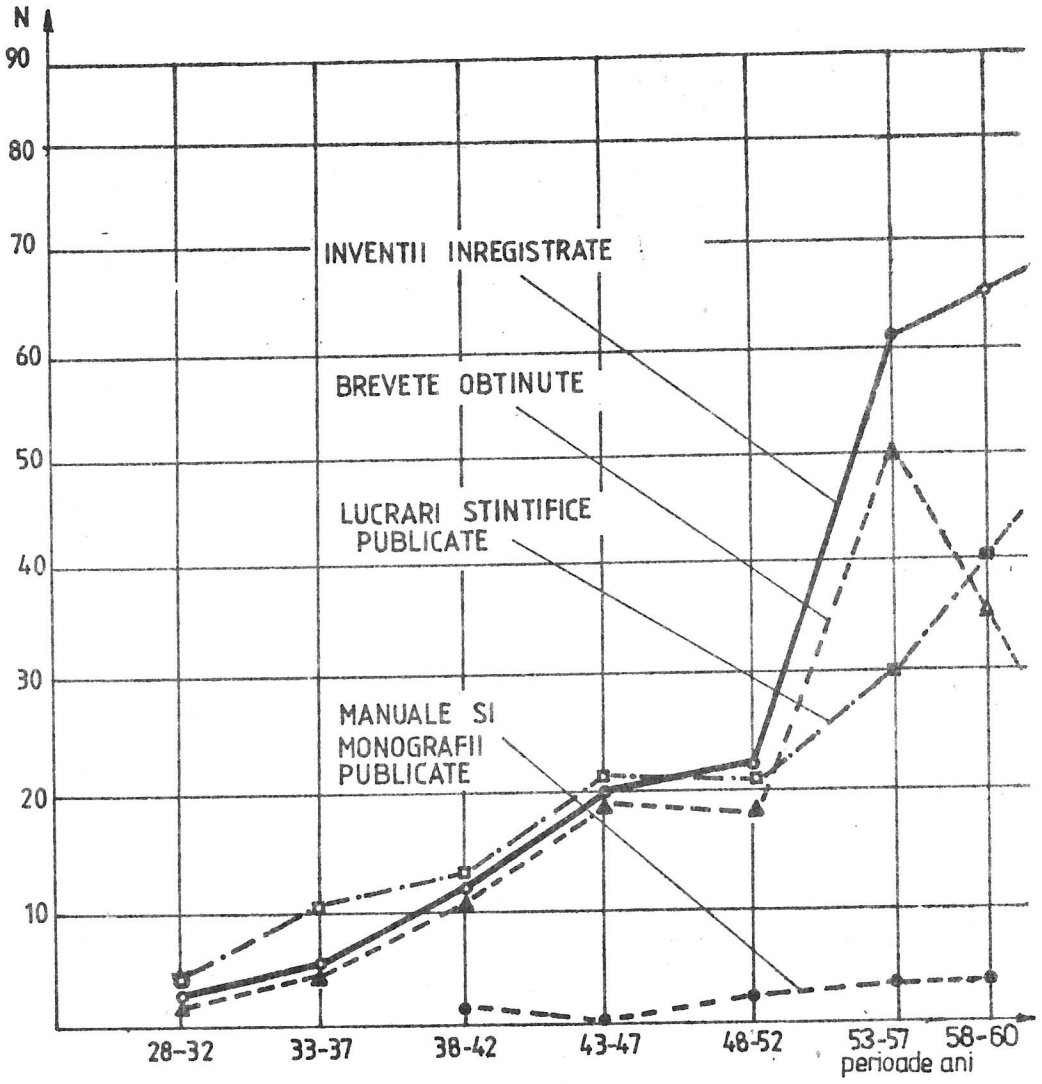

N
90
80
70
60
50
40
30
20
10
INVENTII INREGISTRATE
BREVETE OBTINUTE
LUCRARI STINTIFICE PUBLICATE
MANUALE SI MONOGRAFII PUBLICATE
28-32
33-37
38-42
43-47
48-52
53-57
58-60
perioade ani

Figura 6.7

6.5. Structura psihologică a intelectului uman

Pentru înţelegerea structurii psihologice a intelectului uman, este necesară precizarea noţiunilor de gîndire convergentă şi gîndire divergentă ca forme de bază ale gîndirii umane.

6.5.1. *Gîndire convergentă şi gîndire divergentă*

Cu toate că gîndirea trebuie înţeleasă ca un proces unitar sau complex unitar de procese [12], există faze în care predomină gîndirea cognitiv-reproductivă, gîndirea convergentă şi respectiv gîndirea combinativ-creativă, gîndirea divergentă.

Gîndirea convergentă presupune concentrarea spre elaborarea unui răspuns unic, singurul existent şi la care se ajunge prin eliminarea treptată a celorlalte răsunsuri posibile, înaintînd printr-un culuar tot mai îngust de restricţii. Gîndirea convergentă generează o informaţie nouă din informaţii date şi ca urmare a numeroaselor restricţii, prin evaluări continue, problema este riguros structurată, iar răspunsul - output-ul este unic, determinat riguros şi fără greş.

Dominată de inferenţa logică, bazată pe un sistem închegat de cunoştinţe în domeniu, gîndirea convergentă, confundată de cele mai multe ori cu însăşi inteligenţa umană, folosind elemente şi legi cunoscute, nu poate să conducă decît la rezultate unice, dar de cele mai multe ori tot cunoscute - lipsite de originalitate.

Guilford scoate în evidenţă faptul că cel mai important grup de factori creativi este sintetizat în gîndirea divergentă, caracterizată prin fluenţă, flexibilitate şi originalitate.

Gîndirea divergentă asigură producerea dintr-un grup de informaţii date nu a unui răspuns unic ci a mai multor soluţii (output-uri), restricţiile fiind puţine şi evaluările de multe ori amînate, este posibilă apariţia unor răspunsuri originale, dar nu totdeauna viabile şi sigure.

Din păcate, întregul sistem de învăţămînt, solicitînd din partea elevului sau a studentului răspunsuri unice, cultivă practic în exclusivitate gîndirea convergentă, punînd la lucru dominant emisfera stîngă a creierului, care devine deosebit de antrenată şi aptă de a răspunde la solicitări, în timp ce gîndirea divergentă, localizată în emisfera dreaptă este rar solicitată, capacităţile creatoare fiind puţin dezvoltate.

Testele asupra capacităţii de gîndire convergentă, denumite impropriu „teste de inteligenţă", precum şi cele asupra capacităţii de gîndire divergentă, denumite de asemenea impropriu „teste de creativitate", efectuate de către Getzels şi Jackson în SUA [13], [14] au demonstrat că cei mai capabili elevi sub aspectul gîndirii convergente-comprehensiv-reproductive nu se corelează cu cei mai apţi pentru gîndirea divergentă-creativă, dar că rezultatele la învăţătură sînt comparabile, cu toate că elevii convergenţi, fiind mai comozi pentru magiştri, sînt mai bine apreciaţi.

M. Bejat, studiind creativitatea ştiinţifică [21], deduce că subiecţii cu inteligenţă sub medie, de obicei nu sînt creativi, în timp ce subiecţii cu inteligenţă medie şi superioară pot sau nu să fie creativi, distingîndu-se ca atare două tipuri de inteligenţă: *sterilă şi*

creativă. Cu toate acestea, dacă ne referim la creaţii ştiinţifice şi tehnice superioare - materializate în teze de doctorat - se constată o cifră minimă de inteligenţă a doctorilor în ştiinţe mult mai ridicată - 125.

Dacă ne referim la domeniul ingineriei, atunci ar trebui introdusă şi o categorie intermediară, ditingîndu-se în acest caz trei tipuri de inteligenţă: *sterilă, aplicativ-reproductivă şi creativă*.

Studiind independent factorii creativităţii în ştiinţă şi în artă, Guilford şi Lowenfeld [13] au constatat că în ambele domenii factorii de bază sînt *sensibilitatea* (faţă de problemele, de nevoile, de sentimentele altora), *fluenţa* (fluiditatea sau asociativitatea gîndirii), *flexibilitatea* (capacitatea de a se adapta rapid la situaţii noi, de a reacţiona adecvat la schimbări), *originalitatea, atitudinea* de a *redefini*, de a restructura, de a descoperi noi valenţe şi întrebuinţări, *capacitatea analitică* şi aptitudinea de abstractizare, *aptitudinea de a sintetiza*, de a combina mai multe componente pentru a le da funcţii noi şi *organizare coerentă*.

Dar majoritatea specialiştilor în psihologia creaţiei sînt de acord că principala componentă cognitivă a creativităţii este flexibilitatea gîndirii.

6.5.2. *Flexibilitatea gîndirii*

Aşa cum arată Al. Roşca [12], flexibilitatea gîndirii, prin care se înţelege *restructurarea promptă şi adecvată a informaţiei, a sistemului de cunoştinţe*, în conformitate cu cerinţele noii situaţii, modificarea modului de abordare atunci cînd cel anterior nu se dovedeşte eficient, are, la antipod, rigiditatea gîndirii, inerţia şi barierele psihologice, modul stereotip de a aborda problemele, imposibilitatea schimbării unghiului şi modalităţii de abordare şi rezolvare a problemei.

Tehnicile de bază în creaţie, cum sînt transferul, extrapolarea, generalizarea, inversia, bisocierea etc. sînt tipice pentru gîndirea flexibilă creatoare.

În inginerie, flexibilitatea trebuie antrenată, iar în învăţămîntul tehnic superior flexibilitatea gîndirii viitorului inginer poate fi asigurată, aparent paradoxal, printr-un efort continuu de gîndire convergentă, în vederea însuşirii cunoştinţelor fundamentale de matematici, fizică, mecanică, rezistenţa materialelor, cunoscut fiind faptul că pregătirea fundamentală favorizează minţile creative în timp ce pregătirea de specialitate, funcţie de modul în care se realizează poate influenţa favorabil sau nefavorabil capacitatea creativă a inginerului, aspecte asupra cărora se va insista în capitolele următoare.

Flexibilitatea gîndirii presupune folosirea alternativă a analizei şi sintezei, a concasării şi restructurării, a metodelor inductive şi deductive, condiţii ale unei eficienţe maxime a procesului creativ.

Flexibilitatea, după părerea autorului, este de asemenea în mare măsură capacitatea minţii umane de a folosi alternativ, într-o înlănţuire dialectică, procesele convergente comprehensiv-reproductive şi cele divergente, asociativ-combinativ-creative.

Creaţia tehnică nu poate fi rezulatul exclusiv al gîndirii divergente, întrucît cele trei atribute de bază ale unei invenţii, noutatea absolută, aplicativitatea-tehnicitatea şi superioritatea nu pot fi stabilite decît pe calea unei producţii convergente-evaluative.

Evaluarea poate fi amînată sau temporar suspendată, dar nu definitiv eliminată. Chiar şi în cazul folosirii unor metode psihointuitive de tipul brainstorming-ului sau a sinecticii, gîndirea divergentă, fără restricţii, reprezintă numai o fază a procesului de creaţie.

6.6. Componentele gîndirii tehnice

Creaţia tehnică reprezintă un rezultat al unui mod specific de gîndire - gîndirea tehnică, studiată sub aspectul factorilor şi componentelor sale de către I.V. Kudreavţev [22], principalele rezultate fiind redate în rîndurile care urmează.

6.6.1. *Factorii care determină specificul gîndirii tehnice*

Ca orice altă formă a activităţii de gîndire a omului, gîndirea tehnică reprezintă o cunoaştere generalizată şi mijlocită a realităţii, realizîndu-se în procesul rezolvării de probleme şi fiind ca structură: *reproductivă, creativă* sau, de cele mai multe ori, *combinată*.

Un prim factor specific gîndirii tehnice îl reprezintă un *anumit grad de nedeterminare a domeniului de căutare*, în majoritatea problemelor de concepţie-proiectare indicîndu-se numai scopul şi funcţiile utilajului. În sarcina gîndirii proiectantului revine precizarea datelor iniţiale şi alegerea soluţiei de principiu, iar în această fază apare cel de al doilea factor specific - *existenţa unei varietăţi de soluţii posibile*.

Această relativă nedeterminare a domeniului de căutare şi posibilitatea soluţionării pe diferite căi, oferă rezolvitorului un cîmp foarte vast de acţiune, elaborarea soluţiei optime corelîndu-se cu modificarea şi precizarea însăşi a datelor iniţiale ale problemei.

Problemele tehnice şi tehnologice sînt extrem de variate iar uneori, deosebit de complexe; în cursul rezolvării acestora se pot ivi noi probleme greu de anticipat în faza de elaborare a temei de bază, iar uneori are loc însăşi transformarea acesteia, mediată de o înţelegere mai profundă a domeniului.

6.6.2. *Gîndirea tehnică - gîndire teoretico-practică*

Caracteristic gîndirii tehnice este unitatea indisolubilă dintre componentele teoretice şi practice ale activităţii, unitate realizată în cursul rezolvării problemelor tehnice-tehnologice.

Însăşi evaluarea contribuţiei laturilor teoretice sau practice în cursul rezolvării problemelor tehnice este greu de realizat, asocierea şi interacţiunea permanentă a fazelor de gîndire teoretică şi practică fiind specifică procesului.

Orice soluţie teoretică trebuie să fie verificată practic, în special dacă prezintă note originale, gîndirea tehnică reprezentînd un „aliaj compact de acţiuni intelectuale şi practice aflate în interdependenţă şi tranziţionare reciprocă" [22].

T.V. Kudreavţev distinge următoarele acţiuni teoretice specifice ale gîndirii tehnice:

- operarea cu operaţiuni tehnice cunoscute, care stau la baza înţelegerii;
- acţiuni pentru formarea unor noţiuni tehnice noi, în relaţia cu cele însuşite anterior, pe baza cărora se constituie un nou sistem de cunoştinţe;
- acţiuni pe baza cărora se realizează planificarea activităţii viitoare;

Toate aceste acţiuni teoretice se sprijină pe acţiuni practice de obiectualizare fizică sau mintală. Se disting următoarele acţiuni practice de bază:

- de execuţie;
- de încercare-explorare-omologare;
- de control şi de reglare;
- acţiuni cu scopul obţinerii generării de idei noi.

Inteligenţa tehnică reprezintă un aliaj complex al ideii şi acţiunii, prin interdependenţele şi interpătrunderile lor, capacitatea de a trece operativ şi combinativ de la acţiuni teoretice la cele practice şi invers.

6.6.3. *Gîndirea tehnică - gîndire conceptual-figurală*

În procesul gîndirii omul operează cu concepte, dar şi cu imagini, care reprezintă suportul concretizat al acestora. Cu atît mai mult, în gîndirea tehnică, componentele conceptuală şi figurală sînt strîns legate şi numai în condiţiile unei unităţi armonioase între ele se rezolvă cu succes problemele tehnice complexe, puntea de legătură fiind realizată prin intermediul desenului tehnic şi al geometriei descriptive. Imaginile au nu numai un caracter complex, dar şi într-o continuă transformare - un caracter dinamic.

T.V. Kudreavţev distinge pentru componenta figurală a gîndirii tehnice două forme de bază şi asocierile corespunzătoare:

- actualizarea reprezentărilor memoriei sau apariţia reprezentărilor imaginaţiei;
- elaborarea imaginii obiectelor pe baza perceperii acestora.

Omul este nevoit adesea să elaboreze şi imagini spaţiale dinamice, modificîndu-le şi reconstruindu-le, operînd uneori un întreg sistem de imagini intermediare, iar la creatorii de mare flexibilitate, întreaga structură complexă de reprezentări şi dependenţe spaţiale este adaptată riguros scopului.

Rezolvarea cu succes a problemelor tehnice-tehnologice presupune însă o interacţiune strînsă între noţiune şi imagine, care materializează specificul conceptual-figural integral al gîndirii tehnice; întregul sistem de învăţămînt trebuie să contribuie la aceasta.

6.6.4. *Trei componente structurale ale gîndirii tehnice*

Cercetările colectivului prof. T.V. Kudreavţev [22] au permis avansarea ipotezei asupra existenţei unei structuri cu trei componente ale gîndirii tehnice, în care componentele conceptuale, figurale şi practice ale activităţii de gîndire ocupă un loc egal şi se află într-o interacţiune complexă.

Schematic acest lucru ar putea fi redat prin „triunghiul" gîndirii tehnice (fig. 6.8).

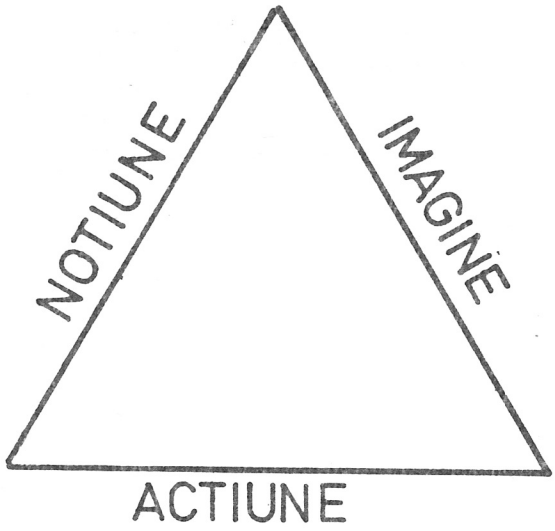


Figura 6.8

Caracterul complex al problemelor tehnice determină o complicare a structurii activităţii de gîndire; în acest sens, relaţia dintre noţiune şi imagine prezentată anterior, se complică prin includerea componentei practice.

Prin structura sa psihologică internă, gîndirea tehnică se constituie din trei componente: ea este o gîndire *conceptual-figural-practică*. Aceste componente teoretice (noţionale), figurale (intuitive) şi practice (acţionale) nu sînt numai intercorelate, ci se află într-o permanentă interacţiune, fiecare dintre componente manifestîndu-se ca o parte a acestui triplet, cu valoare egală.

6.7. Unitatea dintre gîndirea logică, afectivă şi practică a inventatorului

Chiar şi Arhimede care, ca toţi grecii antici, trata cu dispreţ practica, a exclamat „Evrika!" tocmai în urma unei acţiuni practice, revelaţia-iluminarea realizîndu-se pe fondul simţurilor, a unei *gîndiri fizice-practice*.

În cele mai multe invenţii şi descoperiri tehnice, rolul de bază l-a avut *gîndirea în acţiune*, gîndirea practică, gîndirea desfăşurată în procesul de realizare, experimentare, optimizare, punere la punct şi stabilire a tehnologiilor specifice.

Marii inventatori şi-au petrecut viaţa în laboratoare şi în atelierele de prototipuri, multe dintre invenţiile acestora realizîndu-se în plină acţiune fizică-practică, în cadrul căreia colaborează direct şi eficient gîndirea cu simţurile.

Rolul deosebit pe care îl au mîinile în procesul de creaţie, a condus chiar la noţiunea de *„a gîndi cu mîinile"* folosită de către A.V. Moore [25] şi M.W. Thring [28]. Analizînd răspunsurile la problema rolului mîinilor în creaţie, date de cunoscuţi specialişti în psihologia creaţiei şi inventatorilor renumiţi ca Lewis Walkup, Gordon Teal sau James Lafferty, A.D. Moore ajunge la concluzia că nu numai începătorii în creaţie, ci şi cei consacraţi, în faţa unei probleme pentru care le lipseşte experienţa necesară, vor trebui să se folosească de un laborator, de un atelier, să se ducă într-o fabrică sau să lucreze în aer liber pentru *a deprinde, a învăţa lucruri noi, direct* de la sursă.

Considerăm însă că rolul mîinilor nu se rezumă la acumularea de experienenţă pentru creaţie; *acţiunea fizică, cu toate simţurile necesare, colaborînd cu intelectul, poate genera soluţii, poate produce iluminări direct din procesul muncii.*

Procesele de experimentare, omologare, optimizare a noilor soluţii, procese la care considerăm deosebit de utilă prezenţa inventatorului, pot da naştere la perfecţionări substanţiale, la noi invenţii.

A.D. Moore consideră că rezultatele tehnico-ştiinţifice ale vechilor greci ar fi fost mult mai substanţiale, dacă aceştia şi-ar fi pus mîinile în acţiune, dacă n-ar fi despreţuit experimentul, lăsîndu-l în sarcina sclavilor şi a unei mici părţi de oameni liberi, dar cu statut inferior.

Chiar şi Arhimede, descoperindu-şi principiul dintr-o acţiune practică, nu punea preţ pe ingenioasele sale contribuţii din domeniul mecanicii, care l-au făcut celebru, considerîndu-le mai prejos de demnitatea ştiinţei pure şi refuzînd chiar să lase ceva scris despre ele.

„Modalitatea folosită de greci pentru fundamentarea adevărului ştiinţific se întemeia pe observarea vizuală, stabilirea unor ipoteze, argumentarea lor cu ajutorul raţiunii şi tragerea unor concluzii. Cu o metodă atît de incompletă nu-i de mirare că multe concluzii erau de-a dreptul ridicole" [25].

Alex. Osburn [24] merge mai departe, considerînd că urbanizarea, mecanizarea, automatizarea, supraspecializarea, determinînd o îndepărtare de la acţiunea directă cu mîinile, îndepărtează în acelaşi timp şi de creaţie, unul din argumente constituindu-l concluzia unui studiu socio-geografic american, în conformitate cu care, cea mai mare parte dintre creatorii din ştiinţă şi tehnică au o origine agrară, oameni care, cel puţin în copilărie şi în tinereţe, nu au pierdut contactul prin muncă cu natura.

În domeniul în care îmi desfăşor activitatea, cel al sculelor aşchietoare, marea majoritate a invenţiilor din primele şapte decenii ale secolului XX aparţin muncitorilor de înaltă calificare şi a fost realizată în procesul muncii - în acţiune - contribuţia oamenilor de ştiinţă fiind mai puţin substanţială, ea manifestîndu-se mai mult în ultimul deceniu, în care s-au pus bazele ştiinţifice ale creaţiei tehnice în domeniu.

6.8. Structurile euristice fundamentale [23]

În general, prin structură se înţelege un ansamblu de părţi în relaţie, care formează un tot unitar, avînd o calitate nouă, rezultată din integrarea şi subordonarea părţilor în ansamblu şi o funcţionalitate proprie.

Elementele din structură sînt subordonate legilor de compoziţie care caracterizează sistemul luat în ansamblu, proprietăţile generale ale ansamblului diferind de suma proprietăţilor elementelor componente.

Prin *structură euristică* se înţelege *o grupare de părţi funcţionale, în relaţie, care îndeplineşte o funcţie calitativ distinctă în producerea noului.*

Ion Moraru, într-un amplu studiu pentru elaborarea unui model epistemologic-psihologic al creativităţii tehnice [22], denumeşte structurile fundamentale care conlucrează la realizarea creativităţii, a invenţiilor şi descoperirilor „eureme" (de la Heuriskein - a afla).

Toate structurile euristice conjugate vor forma psihicul ca sistem creativ integral.

Se consideră că la realizarea creativităţii şi a creaţiei conlucrează în tehnică următoarele şase *eureme de bază*:

1. *eurema de acumulare şi comprehensiune a informaţiei*, realizată în primul rînd prin gîndirea convergentă, memorie, limbaj etc.;
2. *eurema asociativ-combinatorie*, realizată de gîndirea divergentă, imaginaţie, intuiţie, memorie, conştient şi inconştient etc.;
3. *eurema energetică-stimulatorie*, sinteză a pasiunii, sentimentelor, motivaţiei, interesului, voinţei, curajului, angajării, ambiţiei etc.;
4. *eurema critică evaluativă*, realizată de gîndirea analitică, logică-deductivă;
5. *eurema ideativ-perceptivă şi de obiectualizare a imaginilor*;
6. *eurema acţional-practică* (tehnologică).

Formulînd primele cinci eureme ale creaţiei tehnice, Ion Moraru le sintetizează în aşa numitul „pătrat al euremelor" (fig.6.9).

Pe cele patru laturi ale pătratului sînt prezentate euremele care concură la producerea ideilor originale, în timp ce pe cele două diagonale sînt amplasate euremele specifice creaţiei tehnice care, de fapt, sintetizează capacitatea de vizualizare a inventatorului.

În pătratul euremelor din figura 6.9, puţin modificat faţă de original, euremele care sintetizează capacitatea de vizualizare au fost comasate într-una singură, făcînd loc euremei acţional practice (tehnologice).

6.8.1. *Eurema de acumulare şi comprehensiune a informaţiei*

Procesul creativ, avînd în structură concasări, asocieri, combinări şi recombinări, extrapolări, generalizări, presupune existenţa unui fond de informaţii înţelese şi stocate, capabile de a fi aduse operativ la nivelul conştientului. Pentru a realiza noi combinaţii de elemente cunoscute, în ansambluri originale, cu funcţii superioare, trebuie să existe în prealabil elementele, informaţiile acumulate, întrucît aşa cum arată Lucrèţius în „De rerum natura", din nimic nu se naşte ceva, nici chiar prin voinţa zeilor.

În inventică, este dominantă memoria logică, bazată pe mesaje înţelese, fixate în cuvinte şi apoi memorate. Este cunoscut faptul că mesajul înţeles are o intensitate sporită, este conservat mai mult timp, se reactualizează prompt şi poate fi folosit eficient în creaţie.

Un rol deosebit de important îl au asocierile, categorisirile, procesele combinatorice desfăşurate cu ocazia comprehensiunii, întrucît stocarea informaţiei în aceste cazuri se

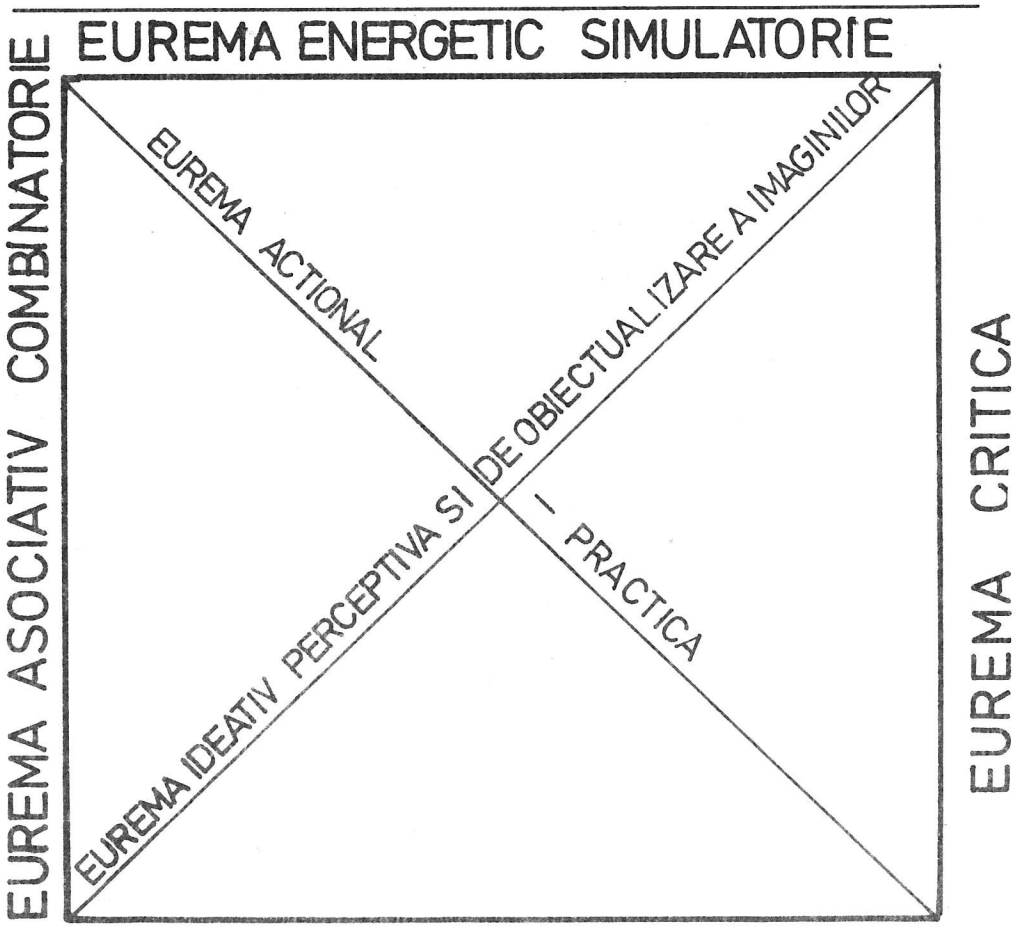


Figura 6.9

realizează împreună cu procesele care i-au asigurat intensitatea.

Subliniem importanţa deosebită pentru cei care se pregătesc pentru creaţia tehnică, în prelucrarea, trierea şi clasificarea datelor, eliminarea, care trebuie să devină la un moment dat reflexă, a datelor neesenţiale, nesemnificative, care ar încărca inutil memoria, de alfel, astfel de date, nefiind vehiculate periodic de la memorie la conştient şi invers, îşi pierd treptat din intensitate şi se şterg, în timp ce datele pe care le utilizăm se triază, se reclasifică, se reordonează şi se completează integrîndu-se în noi contexte, mărindu-şi substanţial intensitatea şi deci şi capacitatea de reactualizare.

Pentru a aplica principiul de bază formulat de Alex. Osborn - creatorul brainstorming-ului, în conformitate cu care, „cantitatea naşte calitate, cu cît mai multe date, cu atît mai multe idei, cu atît mai mare posibilitatea găsirii ideii optime" [24], este necesară acumularea unor cunoştinţe temeinice, bine sistematizate în d[illegible]iu, bazate pe

memorări logice, asociativ-combinatorii, întrucît *pentru a combina este necesar în primul rînd să ai ce combina.*

6.8.2. *Eurema asociativ-combinatorie*

Reprezintă esenţa creaţiei tehnice, realizarea prin bisociaţii, combinaţii, extrapolări, generalizări a unor noi ansamblări de elemente cunoscute, dar cu funcţii superioare.

Dar combinarea spontană, demarată şi elaborată în mare măsură la nivelul subconştientului, presupune utilizarea unor modalităţi noi de combinare, adaptate la noile condiţii şi cerinţe. Una din caracteristicile comportamentului necreativ este tocmai incapacitatea de a schimba modul de a gîndi funcţie de situaţiile variabile. Aşa cum arată Ion Moraru [23] creativitatea constă tocmai în elaborarea de strategii combinatorii noi la situaţii noi şi uneori, în elaborarea de strategii posibile la situaţii probabile. Fantezia are calitatea de a anticipa realul, de a-l prefigura, de a vedea viitorul cu ochii prezentului, de a vedea nu realul ci posibilul, nu actualul, ci perspectiva.

Dar în creaţia tehnică nu trebuie să se absolutizeze combinaţiile şi modalităţile noi, originale de a combina, mediate în mare parte de fantezie şi de procesele la nivelul inconştientului; aşa cum rezultă din capitolele următoare ale acestei lucrări, există şi o combinatorică sistematică pentru creaţia tehnică.

Combinaţiile pot fi realizate nu numai pe bază de inspiraţii de gîndire divergentă, ci pot fi aduse în sfera gîndirii logice-convergente, căutarea şi găsirea noilor combinaţii superioare-viabile, devenind dintr-un proces care poate fi stimulat dar nu determinat, un proces la capătul căruia se găseşte în mod obligatoriu soluţia, căutată, folosindu-se metodele analitice deductive, de tipul matricilor morfologice de idei sau a obiectului generalizat al creaţiei [18].

Evident, creativitatea nu poate fi redusă nici la combinatorică, întrucît metodele matriceale presupun sisteme precise de elemente de combinat, în timp ce multe creaţii tehnice presupun alăturarea unor elemente inedite, alături de cele cunoscute, alăturări care de multe ori, la prima vedere, par de-a dreptul paradoxale. Informaţiile inedite introduse de multe ori în sistem prin extrapolări de la domeniile vecine, pot restructura în diverse moduri vechile combinaţii şi ceea ce este mai important şi combinaţiile noi, dar realizate cu elemente convenţionale.

Deosebit de sugestivă este, considerăm, analogia lui Sidney-Parnes [22] între funcţia combinatorică a intelectului uman şi capacitatea combinatorică a caleidoscopului: „cînd priveşti într-un caleidoscop se vede o structură. Dacă se manipulează tubul, se vor obţine nenumărate structuri. Dacă se adaugă o nouă piesă de cristal la caleidoscop şi se păstrează poziţia iniţială, se obţine o structură uşor diferită. Dacă se adaugă noi piese şi se manipulează, se obţin o multitudine de noi structuri posibile. Dacă s-ar privi în creier, s-ar vedea milioane de biţi de cunoştinţe şi experienţe depozitate, asemenea informaţiei stocate în cutia de memorie a calculatorului.

Dacă se manipulează calculatorul, se vor obţine nenumărate structuri, adică idei produse prin combinarea şi recombinarea elementelor existente. Dacă se adaugă un nou fapt sau experienţă, ca în cazul adăugării unor noi piese de cristal în caleidoscop, se va

obţine o nouă structură (combinaţie). De îndată ce începe manipularea, combinînd noul fapt cu cele vechi, se obţine un număr şi mai mare de elemente posibile". Subliniem faptul că această nouă familie de structuri are un grad sporit de originalitate.

Combinatorica ne asigură posibilitatea studierii logice-matematice a combinaţiilor posibile *dinainte* şi *după* introducerea în sistem a unor noi informaţii, dar nu asigură deocamdată, modalitatea logică de introducere a acestor informaţii, operaţii, guvernate în prezent de inspiraţia creativă a creierului uman, care după cum s-a arătat, poate fi stimulată, dar nu determinată.

6.8.3. *Eurema energetică stimulatorie*

Această euremă este constituită din multitudunea de fenomene şi procese psihice, care împreună îndeplinesc funcţia de dinamizare creativă a persoanei. Creativitatea şi creaţia implică atît componenta intelectuală, cît şi pe cele afectiv-volitive.

Mult mai probabil va ajunge la creaţii tehnice de valoare cel care doreşte intens acest lucru şi posedă calităţi creative medii, decît cel care este foarte dotat pentru creaţie, dar nu-şi pune deloc problema să creeze.

Combinatorica se realizează pe fondul fenomenelor dinamizatoare cum sînt: pasiunea, succesul, interesul, curiozitatea, voinţa, capacitatea de efort, curajul, nevoia, dorinţa, ambiţia, sentimentele etc., sintetizate de către Paula Constantinescu Stoleru în cei cinci factori de bază ai gîndirii emoţionale (*activismul constructiv, aviditate cognitiv-dinamică, capacitatea de integrare valorică - eficace în muncă, tendinţa pentru independenţă şi autonomie în activitatea inovatoare şi un nivel general superior de aspiraţii*).

Pe drept cuvînt, Alex. Osburn [24], [25] constată că „nici cîmpul cunoştinţelor şi nici puterea talentului nostru nu sînt atît de vitale, ca forţa noastră motrice".

Ca şi în sportul de performanţă, în care rezultatele superioare se obţin nu numai prin tehnică şi antrenament, ci în mod special prin calităţile moral-volitive, prin dorinţa de învinge, în creaţia tehnică, voinţa de a realiza invenţii de valoare, tenacitatea în aducerea acestora în faze de implementare industrială constituie condiţii obligatorii ale rezultatelor superioare.

O invenţie este cu adevărat de valoare, dacă s-a parcurs întregul drum, de la conturarea soluţiei de bază şi pînă la utilizarea largă industrială. Acest drum este asemănător cu o lungă etapă dintr-o cursă ciclistă, în cadrul căreia sportivul de performanţă trebuie să facă faţă unor încercări variate, urcuşuri, coborîri vertiginoase, desprinderi, sprinturi, uneori defecţiuni mecanice şi căderi, încercări care sînt trecute cu succes şi converg către victoria de etapă, numai prin îmbinarea tehnicii, antrenamentului, abilităţii, folosirea tacticilor adecvate cu o tenacitate de oţel.

Inventatorii care consideră că cei din jurul lor aşteaptă cu sufletul la gură noutăţile pe care ei le elaborează, pentru a le aplica rapid în industrie, se înşeală amarnic: cei care nu ştiu sau nu pot să lupte în cadrul maratonului de la apariţia ideii la aplicarea industrială a acesteia, care nu sînt activ prezenţi în toate fazele acestui maraton, au foarte puţine şanse de reuşită întrucît geniul, aşa cum arată cunoscutul dicton al marelui

inventator Thomas Edison, este 1% inspiraţie şi 99% transpiraţie, ceea ce a fost demonstrat de întreaga sa activitate, pe cît de prometeică, pe atît de eficientă.

Sub impulsul pasiunii, se produce o aşa numită „minimalizare psihică a efortului" [23] munca de creaţie pare mai uşoară, timpul consumat pentru aceasta - mai scurt, capacitatea de angajare în efort - mult sporită.

6.8.4. *Eurema critică*

Gîndirea divergentă, asociativ-combinativă, localizată în emisfera dreaptă a cortexului reprezintă sursa principală de idei originale, dar poate conduce în acelaşi timp şi spre soluţii total desprinse de realităţi, dacă nu este asociată cel puţin episodic, cu gîndirea convergentă, logică, cognitiv-reproductivă, localizată în emisfera stîngă a creierului uman.

În creaţia tehnică, bazată pe logică, pe metode deductive, matematice, combinatorice, matriceale, de gîndire convergentă, se ajunge la soluţii realiste, este evitată fabulaţia, dar nu se poate evada din sitemul de combinaţii şi nu se poate îmbogăţi sau perfecţiona însuşi sistemul, prin aport de elemente inedite din afară, prin extrapolări, analogii, generalizări, asocieri etc. Pentru aceasta este necesar aportul gîndirii divergente, aportul imaginaţiei alimentate în mare măsură de procesele de la nivelul inconştientului.

Pentru ca imaginaţia să nu „nască monştri" să nu ducă la „piste false", este necesar controlul periodic al acesteia de către gîndirea convergentă, de funcţia critică-evaluativă a creierului.

În creaţie, este necesară aplicarea pe baza unui antrenament psihic îndelungat, a strategiei Alex. Osborn, a amînării fazei critice, a evaluării; pentru a nu bloca procesul combinativ-creativ „imaginaţia trebuie lăsată dintîi să se avînte pînă în înaltul cerului, pentru ca apoi să revină pe pămînt cu ajutorul gîndirii critice" [23].

6.8.5. *Eurema ideativ-perceptivă şi de obiectualizare a imaginii*

Alex. Osburn a scos în evidenţă rolul deosebit pe care îl are în creaţia tehnică, talentul inventatorilor de a crea imagini vizuale ale oricărui lucru, ori de cîte ori o doresc, de a vedea *cu ochii minţii*.

Această capacitate de vizualizare a fost studiată de către Lewis Walkup [25], [26]:

„Inventatorii cu care am discutat mi-au vorbit despre modul lor vizual de a gîndi, fie că este vorba de mecanisme complexe, fie-că îşi imaginează molecule chimice, organice combinîndu-se cu alte molecule. Rezultă astfel că idei care ar putea să fie sesizate scrise negru pe alb pot fi vizualizate înainte de a fi fost aşternute pe hîrtie, părţile mai puţin importante fiind schiţate doar aproximativ, într-un mod oarecum stenografic. În asemenea cazuri, văzul şi pipăitul participă într-un mod cu totul specific. Individul respectiv are aproape aceeaşi senzaţie ca şi cum obiectul ar fi fost vizualizat. El poate chiar să simtă cum obiectele atinse parcă îi apasă mîna sau i-o rod prin frecare; sau fluxul de căldură de la un punct la altul; sau oscilaţia circuitului electric oscilant; sau refracţia luminii la trecerea dintr-un mediu în altul; sau caracterul adecvat al unei structuri aşa de bine

proiectată pentru a susţine o sarcină maximă, încît fiecare parte a ei este egal solicitată; sau agitaţia neîntreruptă a moleculelor unui gaz; sau chiar transferul de energie de la benzină, prin motor, la roţile motoare ale automobilului. Este ca şi cum propriul mecanism cinestezic s-ar asocia cu obiectul fizic şi ar putea simţi astfel în mod direct tot ce se întîmplă în acest sistem exterior lui".

Pentru cei cu vizualizarea dezvoltată acest proces se aplică şi altor sisteme decît celor fizice.

Este evident că în construcţia de maşini, de exemplu, este necesară, pe lîngă o capacitate de vizualizare statică şi o capacitate de vizualizare dinamică, în cadrul căreia, utilajele, mecanismele, subansamblele, piesele sînt în mişcare relativă sau în care semifabricatul se modifică treptat suportînd toate procesele care-l conduc spre piesa finală.

Dar aşa cum putem reprezenta cu ochii minţii, imaginea statică sau dinamică, mai mult sau mai puţin detaliată a unui obiect tehnic cunoscut, ne putem reprezenta imaginea unei noi soluţii, aceasta reprezentînd una din pîrghiile de bază ale creaţiei inginereşti. Considerăm că, atît din experienţa personală în dezvoltarea vizualizării şi din cea a educării acestei desprinderi la peste 30 de serii de studenţi în construcţia de maşini, capcitatea de vizualizare reprezintă o rezultantă a dotării naturii şi a antrenamentului. Viitorii ingineri în domeniul construcţiilor de maşini sînt, în acest sens, supuşi unui antrenament oficial, prin studierea geometriei descriptive, a desenului industrial, organelor de maşini şi mecanismelor, maşinilor-unelte, sculelor aşchietoare, dispozitivelor, ştanţelor, turbinelor, preselor, motoarelor termice cu piston, aparatelor de măsură şi control etc., discipline în cadrul cărora ponderea descrierilor constructiv-funcţionale este şi trebuie să rămînă importantă. Din acest punct de vedere, trebuie combătută absolutizarea prezentării exclusiv principiale a soluţiilor şi eliminarea totală a prezentării constructiv-funcţionale detaliate, tendinţă care diminuează capacitatea de vizualizare a creatorului de tehnică. Însăşi memorarea unor soluţii constructiv-funcţionale, atît de combătută de unii, dezvoltă capacitatea de vizualizare.

Testele efectuate de Catedra de desen tehnic şi geometrie descriptivă a Institutului Politehnic Iaşi printre studenţii Facultăţilor de mecanică au demonstrat o capacitate bună de vizualizare la marea lor majoritate. Studenţii în proporţie de 90% au putut să reproducă un subansamblu pe care l-au studiat, demontat şi măsurat, după retragerea acestuia de către cadrul didactic, în cazul unor subansamble de complexitate mică, iar în cazul unor subansamble complexe, procentajul s-a redus la 70%.

Experimental am constatat rolul deosebit pe care-l poate juca şahul în dezvoltarea capacităţii de vizualizare, în special, prin analizele oarbe (fără tablă de şah) a unor partide jucate, „citirea" şi reproducerea mintală a partidelor din manualele şi revistele de şah, dezlegarea mintală a unor probleme sau ceea ce este şi mai eficient, prin jucarea unor partide oarbe. Sînt cunoscute rezultatele deosebite în creaţia ştiinţifică şi tehnică a unor şahişti de performanţă, ca de exemplu a dr. în ştiinţe tehnice Mihail Botvinic, în repetate rînduri campion mondial, ale prof. universitar I. Gudju fost campion al României sau ale prof. dr. ing. D. Drimer, maestru internaţional, ale lui Octav Troianescu, campion al României - cunoscut chirurg şi inventator sau ale maestrului ieşean ing. Minodor Cojocaru, autor a 32 de invenţii în domeniul chimiei antibioticelor.

În mare măsură eurema ideativ-perceptivă realizează trecerea de la creativitate la creaţia propriu-zisă.

Un rol important în inventică, îl joacă şi o formă specifică de vizualizare, cea structurală.

După Johnson O'Connor, aceasta reprezintă „un simţ intern pentru forme tridimensionale, o abilitate instinctuală de a construi cu ochii minţii o imagine clară - tridimensională a unui obiect solid, pornind de la un proiect" [24].

În ansamblu, aşa cum rezultă din analiza componentelor gîndirii tehnice, euremele ideativ-perceptivă şi de obiectualizare a imaginii fac parte din componenta, tipic tehnică a gîndirii, denumită de cunoscutul psiholog sovietic T.V. Kudreavţev [22] „gîndire conceptual-figurală".

6.8.6. *Eurema acţional-practică (tehnologică)*

Aşa cum a rezultat din analiza componentelor structurale ale gîndirii tehnice, în cele mai multe cazuri de mari descoperiri şi invenţii, rolul de bază l-a avut *gîndirea în acţiune*, gîndirea practică, desfăşurată în procesul de realizare, experimentare, optimizare, punere la punct şi de stabilire a tehnologiilor specifice.

Dacă eurema energetică-stimulatorie reprezintă motorul intern al proceselor creative, eurema acţional-practică sau tehnologică este cea care *mediază favorabil* gîndirea creatoare umană. Edison, considerînd că numai 1% din acţiunea inventatorului reprezintă inspiraţie, iar 99% reprezintă transpiraţie - muncă concretă cu obiectivul creaţiei - exagera numai din următorul punct de vedere: „transpiraţie" pură nu există: practicarea de către inventator a tehnologiei este asociată şi implică substanţial gîndirea creatoare: - acţiunea tehnologică, cu toate simţurile activate la cote înalte, stimulează intens gîndirea creatoare - mărind randamentul intelectual creator.

6.8.7. *Modele complexe de structuri creative*

Pătratul euremelor elaborat de Ion Moraru, reprezintă un model care reflectă numai contribuţia subiectului creativ în realizarea invenţiilor; încercînd o modelare în care, în afară de subiectul creator, să se ia în consideraţie şi produsul creativ, activitatea creatoare, precum şi mediul creativ, Virgil Feier structurează un model geometric reprezentat de un tetraiedru, în care cele patru suprafeţe care limitează corpul (sistemul creativ) sînt constituite din: (fig. 6.10) [29].

- produsul creativ - triunghiul *ABC*;
- subiectul creator - triunghiul *ABD*;
- activitatea creatoare - triunghiul *ACD*;
- mediul creativ - triunghiul *BCD*.

Următoarele proprietăţi geometrice ale tetraiedrului creativităţii sînt relevante pentru formularea unor concluzii privind „ingineria creativităţii" (noţiune introdusă de C. Brătianu [30]):

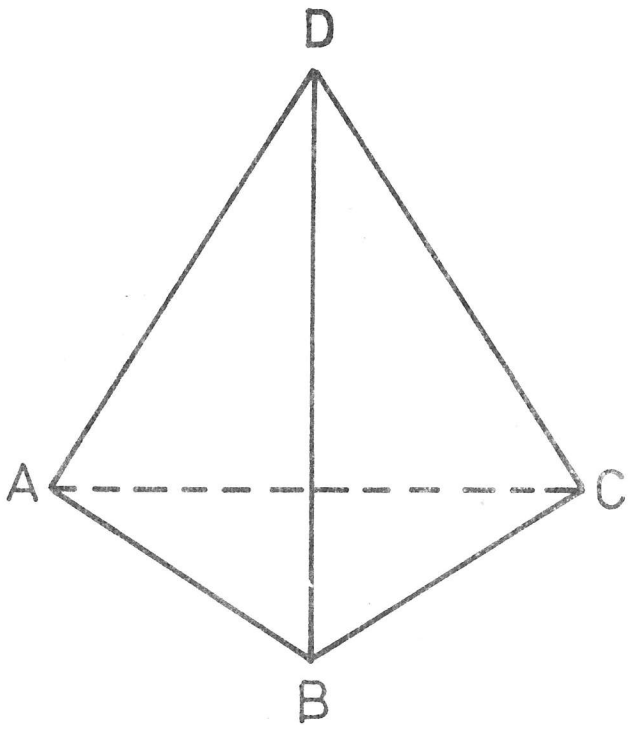


Figura 6.10

- pentru ca tetraiedrul să se constituie sînt necesare toate cele patru suprafeţe, iar fiecare dintre acestea trebuie să aibă aria mai mică decît suma celorlalte trei;

- fiecare triunghi intră în relaţie cu toate celelate trei, formînd muchiile corespunzătoare;

- pentru a „vedea" întregul corp, nu este suficient un singur punct de vedere;

- pentru a mări aria unui triunghi, este necesară schimbarea configuraţiei celorlalte triunghiuri.

Din analiza acestor proprietăţi se pot desprinde următoarele concluzii:

- Pentru manifestafea creativităţii, între elementele sale fundamentale trebuie să existe anumite corelaţii - o anumită armonie; nu se pot realiza produse cu înalt nivel creativ, dacă dimensiunile creative ale subiectului (persoană sau grup), mediului şi activităţii sînt reduse, după cum un subiect creator nu poate ajunge la un înalt nivel de creaţie, dacă în formarea sa nu a intrat în contact cu produse creative-performante, nu a desfăşurat activităţi creatoare şi nu a trăit într-un mediu creativ. Nu se pot desfăşura activităţi de înalt nivel creativ dacă în cadrul acestora nu sînt implicate persoane care au ajuns la o anumită dimensiune creativă, dacă nu se urmăreşte realizarea de produse (idei) creative, dacă acesta nu se desfăşoară într-un anumit mediu cu anumite dimensiuni creative. Nu se poate vorbi de un mediu creativ dacă în acesta nu există persoane creative, produse creative (create sau de creat) şi dacă acestea nu permit desfăşurarea de activităţi creative.

- În afară de studierea subiectului creator, produsului, activităţii şi mediului, pentru studierea creativităţii trebuie analizate şi relaţiile: subiect-produs; subiect-activitate; subiect-mediu; produs-activitate; produs-mediu şi activitate-mediu.

- Este necesară abordarea multidisciplinară în rezolvarea problemei creativităţii.

- Apariţia unor produse înalt creative este posibilă numai prin creşterea nivelului creativ al mediului, subiecţilor creatori şi activităţilor. Potenţialul creativ personal poate fi valorificat numai prin măsuri care vizează armonizarea ansamblului subiect-produs-activitate-mediu.

De această viziune dialectică asupra sistemului creativ, elaborată de Virgil Feier, s-a ţinut în mare măsură seama şi în structurarea prezentului manual.

Un interesant model geometric al volumului (intensităţii) creativităţii - elaborat de către Virgil Enătescu [7] dintr-o perspectivă psihoinformaţională, este reprezentat de *piramida creativităţii* (fig. 6.11)

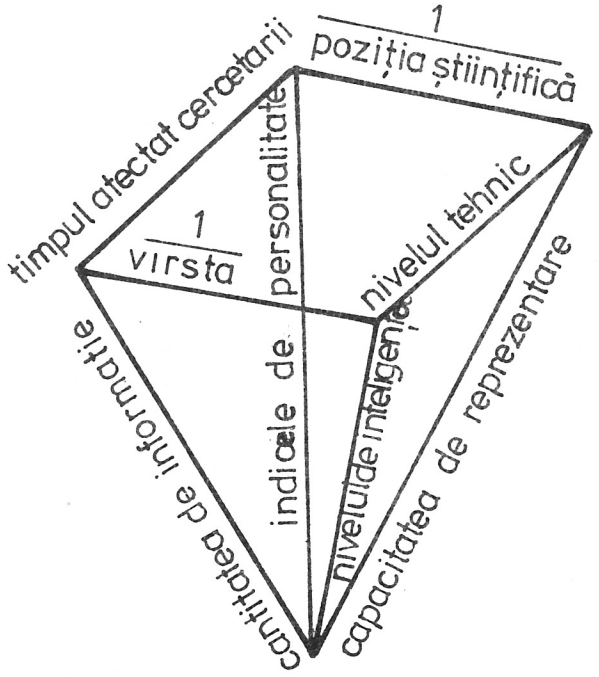


Figura 6.11

însoţită de o relaţie pentru determinarea cantitativă a creativităţii,

$$C = F\left(\frac{QI \cdot CI \cdot NTh \cdot E \cdot IP \cdot \Delta t}{V \cdot Pst}\right) it$$

în care creativitatea este o funcţie direct proporţională cu nivelul de inteligenţă nativă QI, cantitatea de informaţie acumulată despre domeniul în care operează CI, nivelul tehnic sau al tehnologiilor posibile de realizare al ideii, implicit de receptarea ei de către specialişti NTh, capacitatea de reprezentare sau de comunicare a ideii pentru a fi înţeleasă

de specialişti R, indicele de personalitate incluzînd mobilitatea, flexibilitatea gîndirii, motivaţia, asociativitatea, originalitatea, imaginaţia, receptivitatea etc., IP, durata de timp afectată cercetării Δt din intervalul de timp al perioadei de formare creativă şi invers proporţională cu vîrsta şi poziţia ştiinţifică în microgrup, care nu permite hazardarea în prezumţii, ipoteze, inovaţii sau invenţii, fără certitudinea realizării sau fără o şansă majoră a unei reuşite sigure, pentru a nu-şi periclita prestigiul.

Noii factori obiectivi introduşi în acest model sînt cei legaţi de condiţiile tehnico-organizatorice (nivelul tehnic şi timpul acordat cercetării) şi de personalitatea creatorului (vîrsta şi poziţia ştiinţifică).

Din cele trei exemple de modelare a structurilor creative rezultă că modelul, cu toate că se bazează pe abstragere şi esenţializare şi ca atare nu reflectă integral creativitatea, poate servi ca un important mijloc de înţelegere a dialecticii procesului de creaţie şi pe această bază, de relevare a unor tactici şi strategii de amplificare a acestuia.

6.9. Conştientul şi inconştientul în creaţia tehnică

În inventică are loc o conlucrare a conştientului cu procesele de la nivelul inconştientului, între aceste complexe de procese avînd loc o permanentă interferenţă, un du-te - vino continuu, în ambele sensuri.

Ion Moraru [23] presupune existenţa unui *conştient clar* şi relativ stabil, care operează pe un cîmp de fapte esenţiale şi fundamentale ale persoanei în relaţie cu mediul natural şi social şi un *conştient pulsatoriu*, care-şi lărgeşte şi-şi restrînge continuu sfera, avînd un corespondent în aşa numitul *inconştient pulsatoriu*.

Eurema de acumulare şi comprehensiune a informaţiei, bazată pe memorie, gîndire convergentă, logică, limbaj etc. este parţial conştientizată şi parţial se găseşte la nivelul inconştientului.

Dacă gîndirea convergentă, limbajul se află dominant în zona conştientului, memoria în cea mai mare măsură aparţine sferei inconştientului. O mică parte din informaţie poate fi conştientizată la nivelul conştiinţei clare sau pulsatorii, în timp ce cea mai mare parte se va găsi la nivelul inconştientului pulsatoriu sau a inconştientului dinamic (care dirijează funcţionarea organelor biofiziologice, fenomenele hemeostazice şi autoreglărilor etc.).

Eurema asociativ-combinatorie, bazată pe gîndire divergentă, pe fantezie, imaginaţie, intuiţie, analogie, lucrează atît în domeniul conştientului clar şi pulsatoriu, cît şi în domeniul inconştientului pulsatoriu.

Fenomenele combinatorice de la nivelul conştientului pot fi stăpînite, introduse în scheme logice şi au dat naştere la metodele matematice de creaţie, în timp ce fenomenele combinatorice, bisociaţiile şi analogiile de la nivelul subconştientului pulsatoriu nu pot fi stăpînite, ci pot fi cel mult stimulate şi favorizate de metodele psihointuitive de creaţie.

Pe lîngă un caleidoscop cu combinaţii de forme, structuri şi culori clare de la nivelul conştientului, funcţionează un caleidoscop necontrolat, cu combinaţii în culori şi forme difuze, care, propulsate spre conştientul clar, reprezintă aşa numitele inspiraţii-iluminări.

Eurema energetică-stimulatorie, bazată pe voinţă şi pasiune, tendinţă spre afirmare, nevoie, se desfăşoară evident dominant pe planul conştientului, dar nu trebuie eliminată

posibilitatea activităţii acestor fenomene psihice şi la nivelul inconştientului pulsatoriu, reprezentînd o importantă rezervă impulsională internă.

În ceea ce priveşte eurema critică, aceasta se realizează dominant în planul conştiinţei clare, dar este posibilă şi acţiunea critică reflexă de la nivelul inconştientului pulsator.

Mulţi dintre marii creatori în domeniul ştiinţei şi tehnicii au fost substanţial ajutaţi de intuiţie în creaţie.

De regulă, intuiţiile izvorăsc din procesele inconştiente ale creierului, care a continuat să mediteze asupra problemei, chiar dacă în mod conştient nu i-a mai acordat de mult nici o atenţie. Pe baza acestei constatări, datorată lui W.I. Beveridge, Ion Moraru a elaborat [23] [27], un model interpretativ al mecanismelor psihice ale intuiţiei euristice asupra căreia ne vom opri în cadrul prezentării etapelor creaţiei în invenţia spontană şi cea stimulată, intuiţia confundîndu-se în mare măsură cu faza de iluminare.

6.10. Etapele creaţiei tehnice în invenţia spontană şi cea stimulată

Cînd se analizează etapele creaţiei - comune pentru toate domeniile - această analiză se referă, de regulă, la creaţia spontană sau cea stimulată şi ca atare nu poate fi extrapolată unei forme de creaţie specifică tehnicii - creaţia logică-determinată.

Absolutizînd rolul gîndirii divergente în creaţie, unii autori consideră că numai creaţiile spontane şi cele stimulate, rod al conlucrării dintre conştient şi subconştient, creaţiile bazate pe inspiraţie, pe intuiţie, pe imaginaţie, reprezintă adevărate creaţii, în timp ce invenţiile realizate pe cale logic deductivă prin baleierea spaţiului soluţiilor posibile nu reprezintă de fapt creaţii, un punct de vedere la care evident nu putem subscrie.

Aşa cum a rezultat din capitolul precedent, prin invenţie spontană se înţelege creaţia tehnică realizată pe baza unei iluminări neaşteptate, mediate de intuiţie, inspiraţie, imaginaţie, răzbătînd cu forţă de la nivelul subconştientului la cel al conştientului, fără ca în prealabil să fi fost formulată cu claritate tema creaţiei.

Prin invenţie stimulată sau semispontană, se înţelege creaţia tehnică obţinută de asemenea pe baza unei iluminări, care însă a fost în prealabil pregătită, printr-o formulare precisă a temei, printr-o perioadă mai scurtă sau mai lungă de incubaţie şi favorizată prin diferite metode şi tehnici psihologice de creaţie.

Prin invenţie logic determinată se întelege creaţia tehnică obţinută pe calea unor metode şi tehnici logice-morfologice de căutare, la capătul cărora se găseşte în mod obligatoriu noua soluţie.

După concepţia autorului, o invenţie reprezintă o creaţie indiferent dacă aceasta a fost obţinută pe cale psihologică sau logică-ştiinţifică. De aceea, însăşi inventica reprezintă în acelaşi timp o ştiinţă şi o artă a inventării; ştiinţă în măsura în care procesul creaţiei tehnice poate fi transferat în sfera logicului şi artă, în măsura în care aceasta rămîne în sfera psihologicului, a inspiraţiei, intuiţiei, imaginaţiei. Atunci cînd se caracterizează o invenţie, se verifică existenţa celor trei atribute ale acesteia: aplicativitatea, noutatea şi progresul şi nu modul în care acestea au fost realizate.

Dacă rezultatul creaţiei tehnice este invenţia, atunci procesul care generează invenţia este un proces de creaţie, indiferent dacă se realizează pe cale psihologică sau logică.

Marea majoritate a specialiştilor din domeniul inventicii consideră că în procesul de sinteză a unei noi soluţii constructiv-funcţionale-tehnologice se disting patru etape de bază: *pregătirea, incubaţia, iluminarea şi verificarea operativă*. După Percy Hill ar mai exista o aşa numită etapă de „neliniște" şi de depistare a temei; întrucît o astfel de etapă în cadrul căreia creatorul de tehnică, aflat în anumite situaţii concrete, simte o neliniște generată de deficienţele stadiului actual şi de o eventuală posibilitate de remediere personală a acestora, ceea ce îl determină să treacă la acţiune, are un caracter întîmplător, în cele ce urmează se dezvoltă în mod special cele patru etape de bază.

6.10.1. *Etapa de pregătire*

Această etapă *reprezintă o perioadă de activitate raţională şi dirijată şi presupune o înaltă disciplină a gîndirii*. Se studiază detaliat atît soluţiile existente, cît şi noile combinaţii posibile. Folosind metodele şi tehnicile analitice de creaţie, prin intermediul diagramelor şi matricelor morfologice de idei sau obiectul generalizat al creaţiei, prin deducţie, pe baza acestora se obţine frecvent rezolvarea de principiu a problemei chiar din faza de pregătire.

Dacă elaborarea noii soluţii nu are loc din această primă etapă, se realizează totuşi o foarte bună documentare, inginerul devenind supraspecializat în domeniul îngust al obiectului creaţiei.

Unii psihologi subdivid etapa de pregătire (prepararea) într-o serie de subetape, cărora le corespund o serie de acţiuni cognitive, cum sînt:

- subetapa de observaţie sau de sesizare a problemei, corespunzătoare etapei „de neliniște";
- subetapa de analiză şi definire a problemei;
- subetapa de acumulare-strîngere a materialului de lucru (etapa de informare şi sinteză a informaţiilor);
- subetapa de lucru efectiv-operaţională, de formulare de ipoteze şi încercări de noi restructurări, asocieri şi combinaţii, concretizată uneori prin elaborarea directă a unor noi soluţii.

Sesizarea problemei în tehnică are, în general, un caracter intuitiv-spontan; în cadrul acestei subetape se conturează, fără o căutare prealabilă organizată, o anumită necesitate tehnică, lipsuri ale stadiului actual, „insule albe" neexplorate şi nerezolvate, ca urmare a unei stări difuze, nedefinite de neliniște, în care inventatorul „simte", intuieşte, că poate să-şi aducă o contribuţie în progresul tehnic din domeniu.

Subetapa de analiză şi definire a problemei nu poate fi despărţită în timp de subetapele de acumulare-strîngere a materialului de lucru, de informare şi sinteză a informaţiilor.

Aceste două etape, caracterizate printr-o intensă activitate de analiză şi sinteză, dominate de gîndirea convergentă a inventatorului, vizează două obiective de bază:

- crearea unei imagini de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii, cu supraspecializarea corespunzătoare a inventatorului;

- depistarea lipsurilor generale ale stadiului actual al tehnicii şi formularea precisă a temei de creaţie, vag conturată în prima etapă.

În subetapa operaţională începe căutarea propriu-zisă a noii soluţii. În creaţia logic-deductivă, de cele mai multe ori noua soluţie apare direct din această subetapă, în care se îmbină gîndirea divergentă cu cea convergentă.

Spre deosebire de domeniul artei, în care *munca succede inspiraţiei*, de cele mai multe ori în tehnică lucrurile se petrec invers, inspiraţia este determinată de muncă. Metodele şi tehnicile logice-deductive de creaţie prezentate de capitolele următoare, permit de multe ori formularea noii soluţii încă în etapa de pregătire, metodele şi tehnicile psihologice contribuind la definitivarea şi perfecţionarea acesteia.

În invenţia spontană şi stimulată însă, de cele mai multe ori soluţia nouă apare abia după o etapă mai scurtă sau mai lungă de incubaţie, urmată de etapa de iluminare.

6.10.2. *Etapa de incubaţie*

Incubaţia este etapa de aşteptare în urma unei lungi perioade de preparare, în care nu s-a găsit însă nici o soluţie viabilă. Etapa se desfăşoară la nivelul inconştientului.

După Ion Moraru [23], în sens euristic, prin conştient se înţelege activitatea creativă, metodică, care presupune un scop, se desfăşoară în focarul principal al atenţiei, este dirijată în mod voluntar, prin mobilizarea permanentă a energiilor psihice ale persoanei şi orientarea lor spre finalizarea obiectivului euristic, în stare de veghe, presupunînd utilizarea unor strategii variate şi alegerea deliberată a celor mai eficiente în raport cu scopul urmărit.

Prin inconştient se înţelege activitatea psihică creativă care se desfăşoară în afara cîmpului central al atenţiei şi care nu implică o dirijare sistematică, prin intermediul voinţei, fiind înfăptuită uneori chiar în afara stării de veghe.

Etimologic, incubare înseamnă atît odihnă-relaxare, cît şi dezvoltarea latentă a unei maladii infecţioase şi reprezintă, într-adevăr, în inventică, o relaxare, o deplasare spre inconştient a problemei de creaţie şi continuarea dezvoltării latente acolo, a acesteia.

În timp ce conştientul poate cuprinde simultan în focarul său un număr restrîns de elemente, posibilităţile inconştientului sînt mult mai largi; paralel cu procesul combinatoriu conştient-fundamental, pot avea loc la nivelul inconştientului, simultan, mai multe procese asociative, combinatorii, creative. Pe lîngă caleidoscopul ferm, cu combinaţii de forme şi culori nete, de la nivelul conştientului, funcţionează simultan mai multe caleidoscoape, cu forme şi culori difuze, dar cu infinit mai multe posibilităţi de combinare, datorită contactelor sinaptice dirijate a miliardelor de neuroni disponibili.

Dacă la nivelul conştientului se combină, se asociază, se fac analogii, cu ajutorul unor elemente de actualitate, conştientizate sau dobîndite, în cadrul inconştientului intră în relaţie şi marea mulţime a elementelor stocate în memorie.

La aceasta trebuie adăugată viteza net superioară a proceselor şi eliberarea acestora de constrîngeri logice, care devin şi ele foarte difuze, dar considerăm că nu dispar cu desăvîrşire în toate cazurile.

Pare plauzibilă concepţia lui L.S. Kubie [31] [32] în conformitate cu care, numai o anumită treaptă a inconştientului - preconştientul - este prolifică în combinaţii viabile, întrucît gîndirea logică-convergentă-autocritică de la nivelul conştientului este la fel de necreativă ca şi cea de la nivelul inconştientului profund, lipsită total de control, deci incapabilă de a da soluţii realiste.

În realitate, problema de creaţie nu se afundă în inconştientul profund, ci se localizează în zona superioară a acestuia - a preconştientului - zona în care conştiinţa îşi poate arunca oricînd lumina şi controla raţional procesele prefocale.

Desfăşurarea eficientă a incubaţiei, ca etapă deliberată în creaţia tehnică, presupune o temeinică etapă logică de pregătire profundă şi concentrată, în care mintea a fost alimentată cu un bogat material informaţional, întrucît aşa cum afirma L. Pasteur, şansa favorizează numai minţile luminate.

Această activitate logică a conştientului continuă şi în etapa de incubaţie, cînd inconştientul este alimentat permanent cu noi date şi fapte. În subconştient, în preconştient, se produc procese asociativ-combinatorice, nu numai datorită dinamismului interior inconştient, ci şi în virtutea faptului că orice eveniment sau sistemul extern este raportat inconştient la situaţia-problemă internă. Şi dacă din întîmplare un element se racordează semnificativ la această situaţie, rezolvînd-o parţial sau chiar integral, soluţia este brusc conştientizată; aşa cum arată Sidney Parnes [31] are loc iluminarea.

În creaţiile tehnice bazate pe metodele logice-deductive, noua soluţie nu apare în urma unei incubaţii, ci direct în procesul de căutare morfologică a acesteia, pe baza unei munci intense şi organizate, de aceea unii contestă caracterul creativ al obţinerii de noi soluţii pe cale deductivă, întrucît în acest proces lipsesc etapele tradiţionale de incubaţie şi iluminare.

Incubaţia şi iluminarea sînt etape prezente numai în invenţia spontană şi cea stimulată prin metode şi tehnici psihologice. Aceasta nu înseamnă însă că procesului de creaţie logic-deductivă nu i se pot asocia cu efecte pozitive incubaţia şi iluminarea; într-adevăr, creaţia logică se realizează pe calea combinaţiilor dintr-un caleidoscop conştientizat şi nu exclude împrumutul de elemente de la caleidoscoapele subconştientului, împrumut realizat pe bază de inspiraţii, asocieri, analogii, concretizat uneori prin iluminări care îmbogăţesc substanţial rezultatele obţinute pe cale logică. Aceste fenomene pot avea loc atît în faza de detaliere a soluţiei noi logice, cît şi în fazele practice de realizare a prototipului, de experimentare sau de optimizare a acestuia, faze în care se realizează cea mai eficientă colaborare dintre conştientul, subconştientul şi simţurile active ale inventatorului (eurema acţională-practică).

6.10.3. *Etapa de iluminare*

Iluminarea reprezintă etapa crucială şi centrală a procesului de creaţie tehnică spontană sau stimulată, un fenomen psihic fulgerător şi spectaculos, momentul apariţiei

spontane a soluţiei originale viabile, cînd inventatorul nu este, de regulă, concentrat asupra temei de creaţie.

Iluminarea poate fi o interpretare neaşteptată şi corectă a unor date experimentale, o nouă bisociaţie, o combinare originală a unor elemente cunoscute într-un ansamblu cu funcţii superioare.

Studiind cîteva intuiţii celebre (Ch. Darwin, B. Russel, H. Poincaré, H. Coandă), Ion Moraru [23] scoate în evidenţă alternanţa fazelor conştiente şi inconştiente de lucru ale creierului precum şi principiul feedback-ului, al reversibilităţii în procesele euristice, principiu preconizat pentru prima dată în lume de către Ştefan Odobleja [33] în monumentala sa lucrare Psihologia consonantistă: „...dacă *asemănarea produce apropierea, aceasta la rîndul ei, provoacă asemănarea (analogia, consonanţa). Aceasta e o consecinţă a legii reversibilităţii* care ne permite să mecanizăm gîndirea, să realizăm gîndirea instrumentală, gîndirea tehnică sau tehnicizată, gîndirea artificială şi provocată... Datorită reversibilităţii psiho-fizice putem materializa şi mecaniza actul de creaţie. Putem crea într-un mod instrumental şi artificial. Desigur maşina de inventat nu a fost încă creată, însă noi putem întrevedea crearea ei într-un viitor apropiat". (Un început a fost deja realizat, de asemenea în România, sub forma sintetizorului de soluţii de dispozitive din elemente modulate - sistem DISROM, aparţinînd prof.dr.ing. I. Brăgaru.)

„Asociere (sau apropierea) este în exterior, corespondenţa consonanţei interioare. Asocierea lucrărilor din universul fizic este aceea care determină consonanţa ideilor universului psihic."

Considerăm că prin prisma concepţiei consonantiste a lui Odobleja, net superioră celei asociaţioniste, iluminarea se produce ca urmare a stabilirii unor consonanţe de mare intensitate între elementele de la nivelul inconştientului şi că întotdeauna fazele conştiente alternează cu cele inconştiente, reprezentarea grafică tip a progresului (P) în timp (t) fiind materializată de curba din figura 6.12.

După etapa de pregătire, dominată de conştient, urmează etapa de incubaţie, reprezentată prin mai multe linii întrerupte, sugerînd multitudinea proceselor de la nivelul inconştientului, finalizată de etapa de conştientizare-iluminare.

În rezolvarea unei anumite probleme de creaţie tehnică, are loc un permanent transfer informaţional reciproc între conştient şi inconştient, un proces de intrări şi ieşiri în ambele sensuri, guvernate de principiul feedback-ului. Procesele combinatorice de la nivelul conştientului soldate fără o soluţie viabilă sînt transferate inconştientului, unde posibilităţile coexistenţei în paralel a mai multor procese sînt net superioare celor existente la nivelul conştientului; frecvent procesele combinatorice de la cele două nivele coexistă, sînt complementare, cu un du-te - vino permanent de la conştient la inconştient şi invers.

„Psihologia actului de creaţie, arată I. Biberi [23], presupune o îndelungată acumulare de fapte în stare de veghe, o meditaţie concentrată îndelung asupra aceloraşi probleme, care rămîn nerezolvate în zona vieţii conştiente, îşi continuă subteran elaborarea prin îmbinările creatoare ale subconştientului. Subconştientul primeşte în acest mod un material de la starea de veghe, pe care îl prelucrează şi îl impune mai tîrziu activităţii conştiente, sub formă de soluţie, pe care gîndul vigil o reia, o adînceşte şi o formulează."

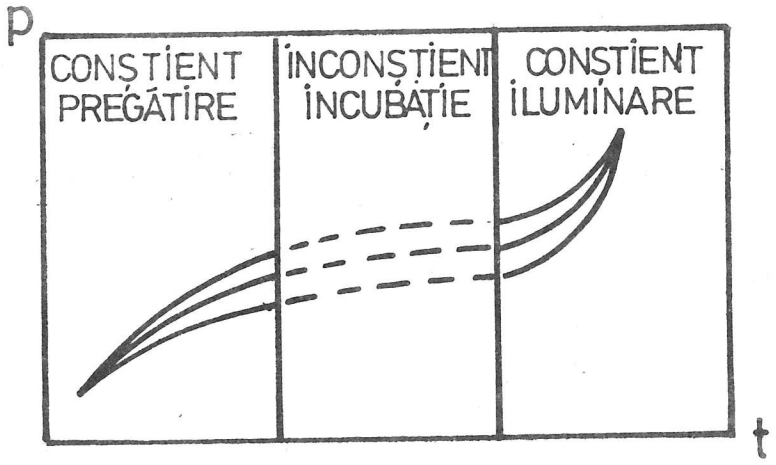


Figura 6.12

Procesele de la nivelul subconştientului sînt alimentate şi combinate cu noi fapte nerelevate în faza conştientă şi de asemenea, se pot combina cu noi fapte obţinute pe cale conştientă.

Faptul că procesele de la nivelul subconştientului pot conduce la elaborări se poate explica prin următoarele:

- existenţa unui automatism al psihicului, procesele raţionale de la nivelul conştientului, devenind reflexe ale subconştientului;
- trecerea de la conştient la inconştient se realizează nu numai pentru fapte, ci şi pentru procese sau chiar programe;
- sensibilitatea faţă de consonanţe a conştientului se transferă într-o stare ceva mai difuză şi subconştientului.

Iluminarea reprezintă *momentul apariţiei la nivelul combinatoricii subconştientului a unei consonante puternice, în conformitate cu programul transferat, ceea ce o face să erupă spre zona conştientă a gîndirii.*

Beweridge [23], [34] motivează declanşarea soluţiei de la inconştient spre conştient prin „emoţia succesului". Este probabil că emoţiile creatoare şi sensibilitatea faţă de acestea se transferă şi ele difuz inconştientului, dar emoţia succesului este determinată tocmai de *consonanţa puternică* relevată de Ştefan Odobleja. Însuşi procesul de creaţie este de fapt un proces de producere de noi consonanţe, iar imaginaţia, pe care Albert Einstein o consideră mai importantă decît cunoaşterea [24], [25], nu este altceva decît o

înlănţuire de consonanţe [33], clare la nivelul conştientului şi difuze la cel al inconştientului.

Ion Moraru consideră că între conştient şi inconştient este permanent stabilit un circuit de intercondiţionare (fig. 6.13), conştientul îndeplinind funcţia unei instanţe supreme, care prin eforturi convergente validează sau invalidează soluţiile.

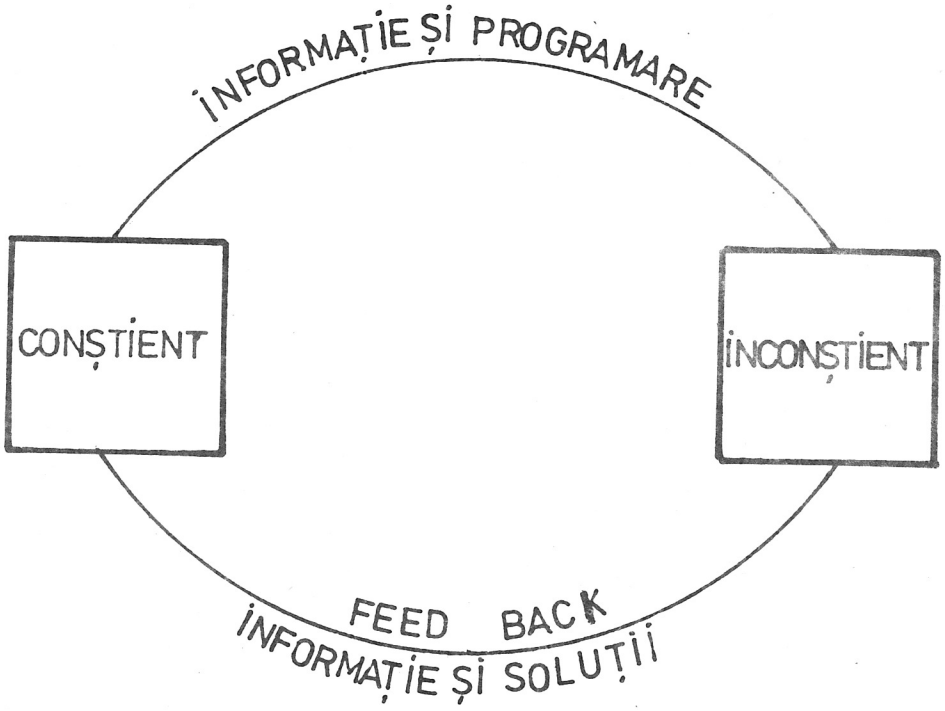


Figura 6.13

În cazul unei soluţii puternic consonante, aceasta este validată, iar circuitul este încheiat, noua soluţie constituindu-se ca un mecanism de închidere a feedback-ului, făcîndu-l inoperant.

Evident că schematizarea din figura 6.13 este cu totul aproximativă, întrucît la nivelul conştientului volumul faptelor şi proceselor este redus, pe cînd la nivelul inconştientului este posibilă desfăşurarea în paralel a mai multor procese combinatorice simultane. Ca atare, ar fi posibilă şi existenţa unor circuite reversibile chiar în interiorul inconştientului, între două sau mai multe procese combinatorice, adevărat cu informaţii, programări şi feedback-uri difuze, care însă, printr-o cantitate net superioară celei suportabile de conştient, pot produce consonanţe puternice, capabile de a fi conştientizate.

De asemenea, ar fi posibil, ca şi fără stabilirea unor circuite reversibile între caleidoscopul combinaţiilor conştientului şi cel al inconştientului sau între caleidoscoapele paralele ale inconştientului, ci numai pe baza combinatoricii unui caleidoscop singular al inconştientului, în care apare o combinaţie puternic consonantă, să apară iluminarea.

Toate aceste scheme nu reprezintă însă decît ipoteze, întrucît deocamdată procesele de la nivelul inconştientului nu sînt abordabile ştiinţific-experimental, pentru a se putea produce verificările corespunzătoare.

Prin prisma inventicii practice, a invenţiei stimulate, este necesară elaborarea unor metode şi tehnici de a determina inconştientul să lucreze rapid şi eficient, împreună cu conştientul şi sub cotrolul acestuia [23].

6.10.4. *Etapa de verificare inginerească*

Această etapă este caracterizată printr-un efort îndelungat al gîndirii logice convergente în vederea analizării riguroase şi a evaluării noii soluţii, pentru determinarea corectitudinii tehnice, a aplicativităţii, eficienţei şi originalităţii şi presupune parcurgerea unor faze de verificare a purităţii de brevet, de precizare şi modelare a problemei, de proiectare şi realizare a modelului funcţional sau a celui experimental, de aplicare a principiilor fizico-matematice şi culegerea datelor experimentale, de calcule şi verificarea acestora, de evaluare a fiabilităţii, de prezentare a rezultatelor şi formularea recomandărilor, urmate în ipoteza unor răspunsuri pozitive, de faza de brevetare.

Etapa de verificare inginerească are acelaşi conţinut, indiferent dacă este vorba de o creaţie tehnică spontană, stimulată sau realizată în cadrul unui proces logic-combinatoric-determinat şi este prezentată detaliat într-un capitol special consacrat acestei probleme.

BIBLIOGRAFIE

1. Kircev A., Roşca Al., Mare V., Roşca M., Radu I., Zörgö B. - *Psihologie generală*. Editura did. şi ped. Bucureşti, 1976.
2. Luria A.R. - *Osnovî neuropsihologhii*. Izd.Moskovskovo Universiteta, Moskva, 1973.
3. Dorofte I. - *Asimetria emisferelor cerebrale*. Revista Cronica nr.4, 1982, p.6.
4. Golu, Mihai - *Specializarea funcţională a emisferelor cerebrale*. Revista Ştiinţă şi tehnică nr.2/82 p.8.
5. Enătescu Virgil - *Dialogul medic-bolnav*. Editura Dacia Cluj-Napoca, 1981.
6. Enătescu Virgil, Stoienescu R. - *Un model al nivelelor informaţionale ale psihicului şi premise ale cercetării matematice în psihiatrie*. Colocviul de teoria constructivă a funcţiilor. Cluj-Napoca, 6-12.09.1983.
7. Enătescu Virgil - *Unele aspecte ale inventicii din perspectiva psihoinformaţională*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion Naţional de Inventică, Iaşi, 1986, pp.71-76.
8. Arseni Constantin - *Competenţa şi performanţa informaţională în organizarea funcţională a creierului uman*. În vol. Inteligenţa artificială şi robotica. Editura Academiei RSR, pp.25-31.
9. Bîrliba Cornelia - *Informaţie şi competenţă*. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1986.
10. Mureşan Pavel - *Învăţarea permanentă şi perfecţionarea cadrelor*. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1983.
11. Löwe H. - *Introducere în psihologia învăţării la adulţi*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1978.

12. Roşca A. - *Creativitatea generală şi specifică*. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1982.
13. Bejat M. - *Factorii creativităţii*. Volumul Creativitate. Centrul de informare şi documentare în ştiinţele sociale şi politice. Bucureşti, 1973, pp.52-82.
14. Getzels J.W., Jackson P.W. - *Creativity and Intelligence*. Explorations with Gyfted students. New-York-Wiley, 1962.
15. Zwicky F. - *Discovery Inventions. Research throught Morphological Approach*. Ed. Mc. Millan, 1969.
16. Moles A., Claude R. - *Créativité et methodes d'inovation*. Ed. Fayard-Marne 1970.
17. Kauffman A., Fustier M., Drevet A. - *L'inventique*. Intreprise moderne d'edition. Paris, 1971.
18. Belous V., Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică*. Lucr. ses. Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini. Vol. Maşini-unelte, scule, dispozitive. Rotaprint I.P. Iaşi, 1980.
19. Paula Constantinescu Stoleru - *Creativitatea. Cunoaşterea şi stimularea potenţialului creator*. Rezumat teză de doctorat, Univ. Bucureşti 1974.
20. Guilford J.P. - *The nature of human inteligence*. Mc.Graw. Hill New-York, 1967.
21. Bejat M. - *Factorii de stil cognitiv şi aptitudini intelectuale care influenţează creativitatea ştiinţifică*. Revista de psihologie, Tom XXI, 1975.
22. Kudreavţev T.V. - *Psihologia gîndirii tehnice*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1980.
23. Moraru I. - *Un model epistemologic-psihologic al creativităţii tehnice*. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1980.
24. Osborn Alex. - *Applied imagination*. Ed. Charles Scribner's Sons New-York 1957. Traducere în l.franceză, Ed. Dunod, Paris, 1971.
25. Moore A.D. - *Invenţie, descoperire, creativitate*. Editura enciclopedică română, Bucureşti, 1975.
26. Walkup Lewis - *Creativity in Science Through Vizualization. Perceptual and Motor Skills*. Southem University Press 1965.
27. Beveridge W.I. - *Arta cercetării ştiinţifice*. Bucureşti, Editura Ştiinţifică, 1968.
28. Thring M.W. - *A preda inventivitatea*. Rev. Construcţia de maşini nr.8-1968.
29. Feier Vasile-Virgil - *Conceptul de creativitate - analiză, definiţie şi model de interpretare*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1986, pp.10-17.
30. Brătianu Const. - *Ingineria creativităţii*, Ibid. pp.23-28.
31. Făcăoaru Cornelia - *Aspecte psihologice ale procesului de creaţie*. În vol. Creativitate 1973, Centrul de informare şi documentare în ştiinţele sociale şi politice pp.83-115.
32. Kubie, L.S. - *Psychoanalyse und Genie; der Schöpferische Prozess*. Rowahlt Taschenbuch Verlag GMBM 1986.
33. Odobleja Stefan - *Psihologia consonantistă*. Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică Bucureşti, 1982.
34. Biberi, I. - *Gîndirea creatoare şi fantezia*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1971.

CAPITOLUL 7

OBSTACOLE DE BAZĂ ÎN FAŢA CREAŢIEI TEHNICE SPONTANE ŞI A CELEI STIMULATE

Inventatorul, ca figură centrală a revoluţiei tehnico-ştiinţifice contemporane, reprezintă o personalitate activă, trăind în societate, fiind influenţat de aceasta şi avînd la rîndul său o acţiune substanţială asupra acesteia. Întrucît scopul de bază al inventicii - al praxiologiei demersului creativ şi al implementării industriale a rezultatelor acestuia - este eficientizarea acţiunilor creative ale inventatorului, apare necesară abordarea sistematică, dialectică a ansamblului societate-inventator-acţiunea inventatorului, în special a cauzelor favorizante şi a celor defavorizante (obstacolelor) ale creaţiei; inventatorul trebuie să cunoască şi să se familiarizeze atît cu obstacolele care-i pot apărea în faţă şi cu mijloacele de bază pentru eliminarea sau atenuarea acestora, cît şi cu cauzele care conduc la eficientizarea acţiunilor sale creative.

Analizînd lanţul cauzal şi comportamentul uman şi elaborînd un model determinist-comportamental-acţional, cu dublu feedback al personalităţii umane, Ion Moraru [1], [2] ajunge la o interpretare vizuală a acestuia.

În conformitate cu principiile dialecticii cauzei şi efectului, a interacţiunii acestora şi a trecerii efectului în cauză, şi - în acelaşi timp - cu principiul de bază al ciberneticii, rezultă că asupra performanţelor comportamental-acţionale ale individului acţionează atît cauze externe, cît şi cauze interne, iar acestea, la rîndul lor, prin feedback, influenţează pozitiv sau negativ asupra cauzelor externe. La rîndul lor acţiunile creative pot influenţa, de asemenea, prin feedback, atît cauzele externe cît şi cele interne.

Acest sistem poate să evolueze pozitiv (dezvoltare) sau negativ (involuţie); evident că expansiunea sistemului societate-creator-produs creativ este neînsemnată în raport cu cea a sistemului societate-masa creatorilor-produsele creative, rolul prezentului manual fiind din acest punct de vedere dublu: profesionalizarea inventatorului şi transformarea mişcării de invenţii într-o adevărată mişcare de masă.

Adaptînd modelul Moraru la cazul sistemului societate-inventator-comportament şi acţiuni creative, se poate ajunge la vizualizarea din figura 7.2.

Aşa cum rezultă din schemă, performanţele creative ale inventatorului sînt determinate de cauze externe şi de cauze interne, care în sens pozitiv se constituie în *dinamizatori ai creaţiei tehnice*, iar în sens negativ ca *frenatori - ca obstacole în calea creaţiei tehnice*.

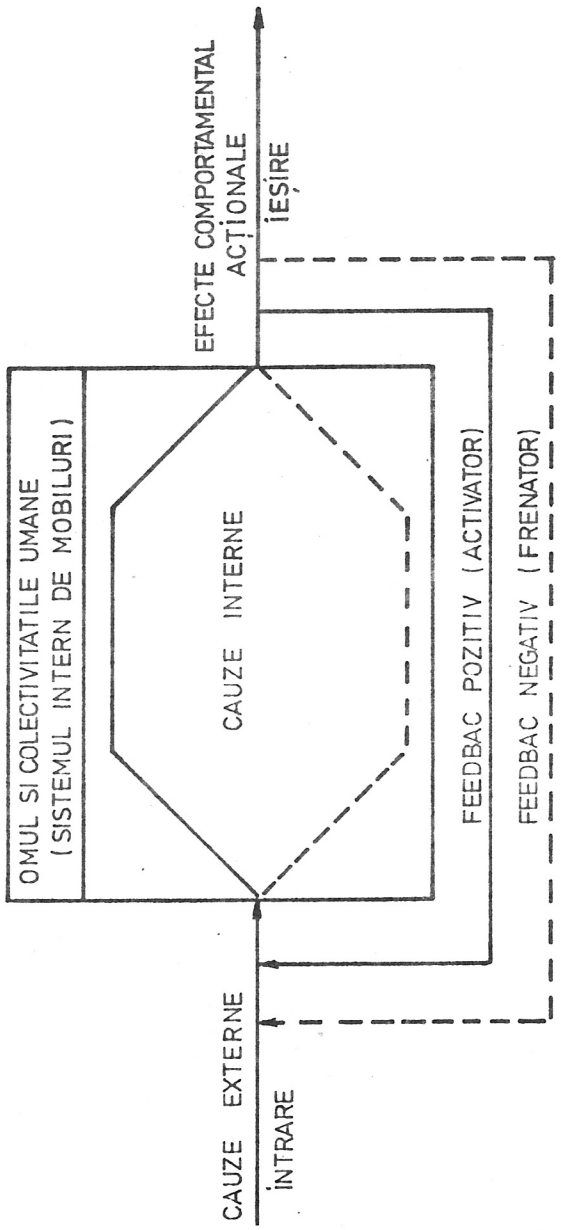

EFECTE COMPORTAMENTAL
ACŢIONALE
IEŞIRE
OMUL SI COLECTIVITATILE UMANE
(SISTEMUL INTERN DE MOBILURI)
CAUZE INTERNE
FEEDBAC POZITIV (ACTIVATOR)
FEEDBAC NEGATIV (FRENATOR)
CAUZE EXTERNE
INTRARE

Figura 7.1

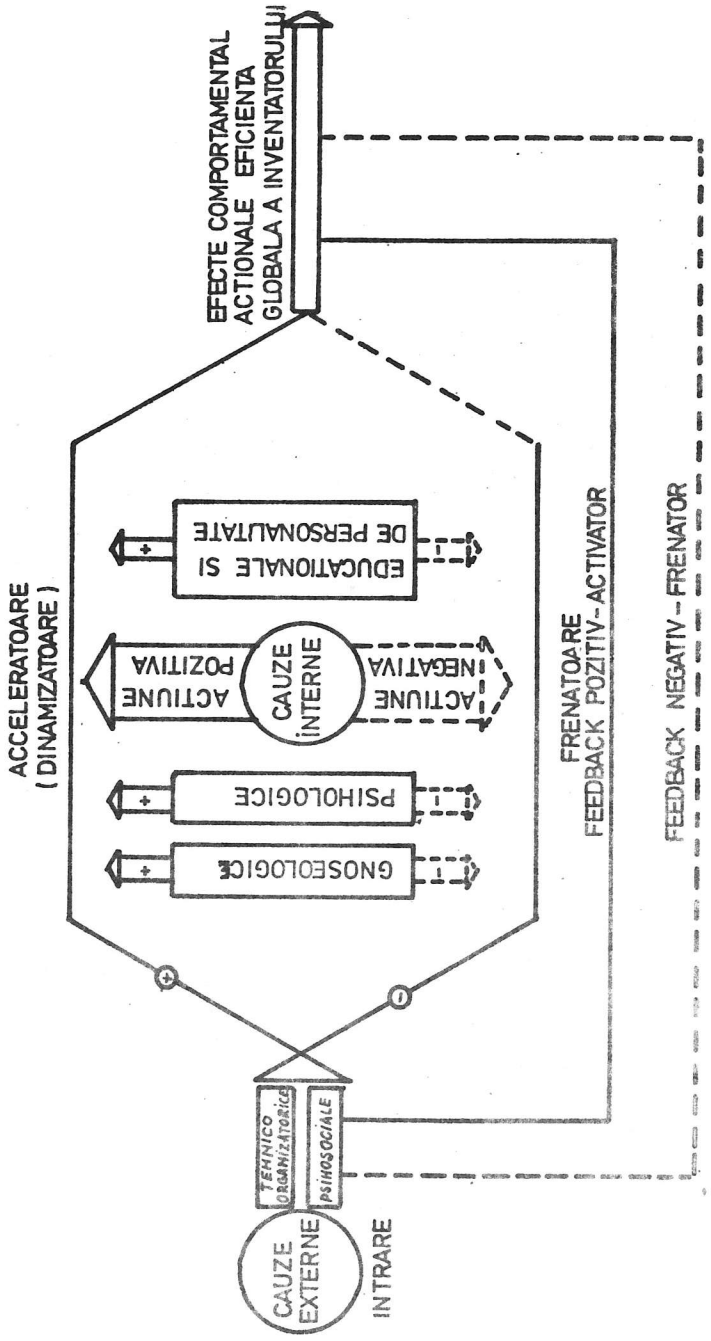

EFECTE COMPORTAMENTAL ACTIONALE EFICIENTA GLOBALA A INVENTATORULUI
ACCELERATOARE (DINAMIZATOARE)
EDUCATIONALE SI DE PERSONALITATE
ACTIUNE POZITIVA
CAUZE INTERNE
ACTIUNE NEGATIVA
PSIHOLOGICE
GNOSEOLOGICE
FRENATOARE FEEDBACK POZITIV - ACTIVATOR
FEEDBACK NEGATIV - FRENATOR
TEHNICO ORGANIZATORICE
PSIHOSOCIALE
CAUZE EXTERNE
INTRARE

Figura 7.2

La rîndul ei, creaţia tehnică, obţinută de inventatori, poate, prin feedback, să influenţeze cauzele externe, pozitiv-activator sau negativ-frenator, dar în acelaşi timp şi cauzele interne.

Inventatorul, avînd în centrul preocupărilor sale autoperfecţionarea şi profesionalizarea în creaţia tehnică, trebuie să cunoască în primul rînd cauzele externe şi cele interne care determină eficientizarea acţiunilor sale creative. Aceste cauze sînt prezentate în cele ce urmează, sub forma lor negativă - ca obstacole în calea creaţiei tehnice - insistîndu-se mai mult pe obstacolele interne asupra cărora inventatorul poate avea o acţiune directă de contracarare şi prin aceasta, de autostructurare a unei personalităţi intens creatoare. În tabelul 7.1 este prezentat ansamblul obstacolelor din faţa creaţiei tehnice, avînd la bază o primă clasificare în obstacole *interne* şi obstacole *externe*.

7.1. Obstacolele interne-individuale din faţa creaţiei tehnice

Ingineria creativităţii tehnice presupune, în primul rînd, cunoaşterea şi apoi atenuarea sau eliminarea obstacolelor interne-individuale din faţa creaţiei tehnice, obstacole care se pot clasifica în trei mari categorii: obstacole *de ordin gnoseologic, de ordin pshihologic* şi *de ordin educaţional* şi *de personalitate*.

Asupra acestor obstacole inventatorul poate acţiona cu succes în primul rînd cunoscîndu-le, iar în al doilea rînd *deprinzînd metodologiile specifice de contracarare sau atenuare*.

7.1.1. *Obstacolele de ordin gnoseologic*

Logica poate avea atît efecte negative, cît şi efecte pozitive asupra proceselor de creaţie spontane şi stimulate, iar în creaţia logic determinată are rolul de bază. Principalele obstacole de ordin gnoseologic sînt reprezentate de cunoaşterea insuficientă a procesului de creaţie tehnică, dezvoltarea insuficientă a metodelor şi tehnicilor logice de creaţie, necunoaşterea tehnicii redactării descrierilor de invenţie, necunoaşterea legislaţiei protecţiei industriale şi a reglementărilor privind implementarea progresului tehnic, lipsa de informaţii, supraspecializarea incorect structurată, precum şi abordarea unilaterală a problemei de creaţie.

7.1.1.1. *Cunoaşterea insuficientă a procesului de creaţie tehnică* poate constitui o frînă în realizarea de invenţii. Dimpotrivă, cunoaşterea bazelor psiho-gnoseologice, logice, psiho-sociale şi în special a metodelor şi tehnicilor intuitive de creaţie poate contribui substanţial la creşterea productivităţii creative a inventatorului. Cunoscînd procesul de creaţie, inventatorul poate acţiona astfel încît acesta să se desfăşoare cu maximă eficienţă.

Tabelul 7.1

OBSTACOLELE CREAŢIEI TEHNICE

OBSTACOLE INTERNE	OBSTACOLE GNOSEOLOGICE	Cunoaşterea insuficientă a procesului de creaţie tehnică
		Dezvoltarea insuficientă a tehnicilor şi metodelor logice
		Necunoaşterea tehnicii redactării descrierilor de invenţii
		Necunoaşterea legislaţiei protecţiei industriale şi a reglementărilor privind implementarea invenţiilor
		Lipsa de informaţii
		Supraspecializarea incorect structurată
		Abordarea unilaterală a problemei de creaţie
	OBSTACOLE PSIHOLOGICE	Inerţia psihologică
		Fluenţa scăzută
		Rigiditaea funcţională
		Frica de critică şi autocritică
		Descurajarea, autodescurajarea şi timiditatea
		Influenţa inhibantă a autorităţilor în domeniu

OBSTACOLELE CREAŢIEI TEHNICE (*continuare*)

OBSTACOLE EXTERNE	O B S T A C O L E EDUCAŢIONALE	Însuşirea rigidă a cunoştinţelor ca sisteme închise
		Imposibilitatea abordării secvenţial divergente a temelor de creaţie
		Imposibilitatea separării fazelor de creaţie de cele de evaluare
		Lipsa de fantezie şi imaginaţie
		Lipsa motivaţiei
		Lipsa de sensibilitate faţă de nou
		Lipsa de spirit competitiv, nivel de aspiraţii scăzut
		Lipsa calităţilor moral-volitive
		Lipsa de anomicitate
		Coeficient intelectual redus
		Capacitate scăzută de memorizare
	OBSTACOLE TEHNICO-ORGANIZATORICE	Lipsa atelierelor de prototipuri şi a liniilor pilot
		Slaba organizare intern-uzinală pentru implementarea noului
	O B S T A C O L E PSIHOSOCIALE	Absolutizarea experienţei şi a rezultatelor trecute şi dispreţul faţă de nou
		Lipsa de orientare spre viitor
		Prudenţa excesivă
		Critica exagerat de severă a greşelilor
		Stimul material redus
		Stimul moral redus

7.1.1.2. *Dezvoltarea insuficientă a metodelor şi tehnicilor logice*

O bună parte din creaţiile tehnice poate fi realizată nu pe cale intuitivă, ci pe cale logică-deductivă. Această problemă este dezvoltată detaliat în capitolele următoare ale lucrării. Dar, aşa cum creaţia bazată pe logică poate fi cu succes completată de cea bazată pe inspiraţie, tot aşa şi aceasta din urmă poate fi ajutată şi dezvoltată pe calea combinatoricii, a metodelor de căutare morfologică.

Multe din invenţiile realizate pe cale intuitivă-spontană sau stimulată ar fi putut să apară şi pe cale pur logic-deductivă. Dezvoltarea insuficientă a acestor metode şi tehnici a contribuit - considerăm substanţial - la diminuarea activităţii creatoare a inginerilor şi tehnicienilor.

7.1.1.3. *Necunoaşterea tehnicii redactării descrierilor de invenţii* poate constitui o frînă puternică în activitatea inventatorilor. Toţi inventatorii ştiu cît de greu le-a fost să-şi redacteze prima descriere - un act tehnico-juridic foarte pretenţios. Cu creşterea numărului de descrieri redactate, timpul consumat pentru aceasta scade, de la cîteva săptămîni, la cîteva ore, redactarea nemaiconstituind un obstacol real în dezvoltarea creaţiei.

7.1.1.4. *Necunoaşterea legislaţiei protecţiei industriale şi a reglementărilor privind implementarea progresului tehnic*

Întrucît o adevărată invenţie nu este realizată decît în momentul cînd este implementată industrial, este evidentă necesitatea ca autorul să cunoască întreaga legislaţie, nu numai a brevetării, a protecţiei proprietăţii industriale, ci şi a implementării progresului tehnic.

Chiar din experienţa personală - se poate releva cazul primei mele invenţii, care din necunoaşterea legislaţiei, n-a fost brevetată, întrucît a apărut iniţial într-o revistă de specialitate, fiind ca atare dezvăluită [3].

7.1.1.5. *Lipsa de informaţii* poate constitui una din cauzele sterilităţii în creaţia tehnică, cunoscut fiind faptul că procesul euristic se bazează pe asocieri, consonanţe, analogii, combinări. Cel lipsit de informaţii, de elemente, este lipsit de cărămizile din care se clădeşte - se combină noua soluţie.

7.1.1.6. *Supraspecializarea incorect structurată* sau informarea exagerată asupra stadiului actual al tehnicii se poate solda cu cimentarea unui sistem solid de cunoştinţe în domeniu, care - dacă evoluează spre un sistem închis - îl poate ţine prizonier pe inventator, frînîndu-l în creaţie. Excepţie fac supraspecializările care conduc la diagrame deschise de idei, la matrici morfologice sau la obiecte generalizate ale creaţiei, dezvoltate în capitolele

următoare ale lucrării, destinate prezentării informaţiei şi sintezei informaţiilor specifice creaţiei tehnice.

7.1.1.7. *Abordarea unilaterală a problemei de creaţie*

Prin abordarea îngustă, practică, unilaterală, a problemei de creaţie tehnică, se înţelege intrarea directă în procesul creativ, fără o pregătire prealabilă, fără o gîndire globală, multilaterală.

Atacarea prematură, directă a problemei de sinteză creativă are un efect profund negativ asupra rezultatelor.

7.1.2. *Obstacole de ordin psihologic*

Acest gen de obstacole sînt cele mai importante în creaţia tehnică spontană şi stimulată, dar pierd substanţial din importanţă în cazul creaţiei logice-determinate. Din această categorie de obstacole fac parte: inerţia psihologică, fluenţa scăzută, rigiditatea (fixitatea) funcţională, frica de critică şi autocritică, descurajarea, autodescurajarea şi timiditatea precum, şi influenţa inhibantă a autorităţilor din domeniu.

7.1.2.1. *Inerţia psihologică* reprezintă obstacolul principal din calea oricărei creaţii spontane sau stimulate şi este constituită din tendinţa intelectului uman de a-şi păstra neschimbate schemele gîndirii, raţionamentele, metodele, din tendinţa de a merge pe „căi bătătorite" din tendinţa de a gîndi în acelaşi mod - caracteristică minţilor inflexibile. Ori printr-o gîndire şablon, oricît de metodică şi de bine pusă la punct şi oricît de eficientă sub aspectul acumulării de cunoştinţe şi în rezolvarea problemelor curente ar fi aceasta, nu se poate crea; prin metode şi tehnici şablon nu se pot realiza decît obiective tehnice cunoscute. Flexibilitatea gîndirii reprezintă condiţia de bază a creativităţii, care devine maximă atunci cînd metodele logice sînt îmbinate cu cele intuitive, deducţia cu inducţia, metodele algoritmice cu cele euristice. Inerţia psihologică este un rezultat al sistemului de învăţămînt; dacă se acumulează o anumită metodă şi aceasta a dat rezultate pozitive în rezolvarea mai multor probleme curente, este natural ca omul să fie tentat să o folosească şi în alte ocazii şi de regulă are succes în toate domeniile activităţii cerebrale cu excepţia creaţiei tehnice.

Sugestiv, în această privinţă este exemplul devenit clasic al grupului de probleme privind combinarea capacităţii a trei ulcioare A, B, C, pentru umplerea celui de al 4-lea D [4] (fig. 7.3).

Problema constă în găsirea manevrei celei mai simple pentru umplerea cu ajutorul ulcioarelor A, B, C a vasului D. Încercînd diferitele combinaţii pentru problema 1, se găseşte soluţia:

$$D = A - B + C$$

Problema	A	B	C	D	Soluția
1	10	7	5	8	D=A-B+C
2	20	25	11	6	D=A-B+C
3	14	3	2	13	D=A-B+C
4	18	10	7	15	D=A-B+C
5	11	8	6	9	D=A-B+C
6	12	9	7	10	D=A-B+C
7	18	23	9	4	D=A-B+C
8	13	10	8	11	D=A-B+C
9	23	28	14	9	D=A-B+C

Figura 7.3

Cu alte cuvinte, se umplu ulcioarele A şi C, din capacitatea acestora se umple ulciorul B, iar ceea ce rămîne asigură umplerea vasului D.

Firesc, soluţia este încercată şi la problema 2, constatîndu-se şi aici valabilitatea relaţiei

$$D = A - B + C$$

Continuînd, se constată că pentru toate cele 9 probleme rămîne valabilă aceeaşi combinaţie: D = A - B + C. Aici inerţia psihologică ne-a determinat să nu rezolvăm optimal cele 9 probleme; în virtutea acestui fenomen, nu s-a văzut şi o soluţie mai simplă pentru problema 9, D = A - C. În umplerea vasului D se pot folosi numai capacităţile vaselor A şi C, umplînd vasul A, vărsînd cît încape în vasul C, restul reprezentîndu-l capacitatea vasului D. Experimentările cu problema ulcioarelor, efectuate de John Dickson [4] cu studenţii politehnişti au demonstrat că aproximativ 25% dintre aceştia dau răspunsul optim şi la problema 9, nesupunîndu-se deci inerţiei psihologice.

S-a constatat că inerţia psihologică influenţează mai intens dacă problemele trebuie rezolvate repede, sub tensiune, în stare înalt emoţională sau în stare de frică.

Familiaritatea problemei, obişnuinţa cu problemele similare, practica îndelungată din domeniu accentuează inerţia psihologică.

Cu toate acestea, împotriva inerţiei psihologice se poate lupta cu mult succes; o primă măsură eficientă este *să nu se uite nici un moment de existenţa acesteia.*

S-a demonstrat practic faptul că, dacă cei care rezolvă problema ulcioarelor sînt avertizaţi asupra inerţiei psihologice, asupra necesităţii de a evita rezolvarea printr-o soluţie unică, numărul celor care rezolvă corect toate cele nouă probleme creşte substanţial. S-a constatat, de asemenea, că studenţii care au început, din întîmplare, să rezolve grupul de probleme începînd cu problema 9, au ajuns la rezultate corecte, fapt care justifică una din tehnicile intuitive cunoscute de creaţie - inversia.

7.1.2.2. *Fluenţa scăzută* reprezintă capacitatea coborîtă a individului de a realiza lanţuri de asociaţii, de evocări, de consonanţe, de analogii, de a trece de la o asociere la alta înrudită, obstacol important în calea creaţiei tehnice; într-adevăr, fluenţa scăzută poate conduce la o lipsă de fantezie şi de imaginaţie şi la sterilitate în activitatea creativă spontană şi în cea stimulată. Chiar dacă, uneori, indivizii cu fluenţă scăzută produc idei noi, numărul acestora este redus; ori în creaţia tehnică pentru a realiza calitatea - idei de valoare - este necesară cantitatea, un număr cît mai mare de idei, mediată în mare măsură de fluenţă.

7.1.2.3. *Rigiditatea (fixitatea) funcţională* reprezintă un al doilea obstacol psihologic important în creaţia tehnică, cauzat de obişnuinţă. Aşa cum arată Alex. Osborn [5] ... „una din cauzele pentru care mulţi dintre noi au tendinţa, înaintînd în vîrstă, de a-şi reduce activitatea creativă, să devenim puţin cîte puţin victime ale obiceiurilor. Educaţia şi experienţa fac să se nască în noi inhibiţii, care tind să rigidizeze modul nostru de a gîndi. Şi aceste inhibiţii reduc, în general, aptitudinea noastră de a ataca noile probleme deschizînd larg imaginaţia".

Acest obstacol, transpus la nivel personal al creatorului, se manifestă de asemenea ca o lipsă de flexibilitate, datorită concepţiilor fixiste asupra utilizării obiectelor sau soluţiilor cunoscute. De exemplu, un om dominat de rigiditatea funcţională nu va concepe pentru clema de birou decît o singură funcţie, reunirea într-un ansamblu a cîtorva coli de hîrtie sau desene, cu toate că la fel de bine, clema mai poate servi şi în alte scopuri practice, cum sînt: în calitate de arculeţ, de mijloc de curăţare a pipei, a unghiilor, ca element într-un lănţişor, pentru a găuri hîrtia etc.

Fixitatea funcţională poate fi combătută cu succes prin întrebări de tipul „ce alte utilizări fără modificări ?", „ce alte utilizări cu modificări ?", poate avea obiectul dat.

7.1.2.4. *Frica de critică şi autocritică*, reprezintă o a patra cauză importantă a ineficienţei muncii de creaţie tehnică.

Logica, gîndirea convergentă, gîndirea critică, localizată în emisfera stîngă a cortexului şi dezvoltată aproape în exclusivitate pe toate treptele şcolii, determină în mod firesc, un puternic autocontrol, care în rezolvarea problemelor algoritmice este salutar şi eficient, dar care reprezintă un obstacol important în faţa procesului de creaţie, de regulă

materializat de gîndirea divergentă, localizată în emisfera dreaptă a creierului, foarte puţin antrenată şi ca atare, puţin dezvoltată.

Frica de ridicol în faţa propriului conştient şi în raport cu semenii, reprezintă factorul inhibant principal nu numai pentru desfăşurarea procesului de creaţie, ci chiar şi pentru amorsarea acestuia.

Nu trebuie uitat însă nici un moment că majoritatea invenţiilor aplicate astăzi au apărut, la început, ca nişte lucruri bizare-absurde.

Mijlocul principal de luptă împotriva acestui factor îl reprezintă tehnica „amînării criticii" sau a „suspendării temporare a acesteia", specifică metodei „brainstorming".

7.1.2.5. *Descurajarea, autodescurajarea şi timiditatea* reprezintă factori de mare importanţă în inhibarea procesului creativ spontan sau stimulat. Aşa cum arată Alex. Osburn [5], aproape toată lumea este predispusă de a oferi un duş rece creatorului, demobilizîndu-l; cu atît mai dăunătoare este autodescurajarea. Exagerarea în sens invers, încrederea deplină în posibilităţile creative, chiar dacă aceasta alunecă spre „teribilismul lui D'Artagnan" nu strică procesului creativ, ci dimpotrivă.

Timiditatea în creaţie provine în general din îndoiala instinctivă asupra capacităţii creative proprii, denumite sugestiv de Shakespeare, „îndoieli trădătoare care ne fac să pierdem binele pe care l-am fi putut cîştiga, din cauza fricii de a încerca".

Timiditatea poate, de asemenea, constitui un obstacol şi în cazul unui proces creativ demarat; eşecurile nu trebuie să demobilizeze pe inventator. Se afirmă că însuşi marele Edison accepta posibilitatea eşecului în activitatea euristică.

Acceptarea eşecurilor tactice poate conduce în final la o reuşită strategică; pentru aceasta însă, inventatorul trebuie să dea dovadă de tenacitate şi perseverenţă. Dacă din cinci încercări de creaţie tehnică, numai una reprezintă o adevărată reuşită, cu o substanţială eficienţă tehnico-economică, activitatea de creaţie trebuie hotărît continuată.

În nici un caz nu poate reuşi în creaţie cel care nu încearcă de mai multe ori; nu trebuie uitat că toţi marii inventatori au dat dovadă de calităţi moral-volitive superioare, ceea ce le-a permis să învingă toate obstacolele din faţa creaţiei şi din faţa promovării acesteia. Unii sînt înzestraţi natural cu aceste calităţi, dar este sigur că ceilalţi le pot obţine atît prin educaţie, cît şi prin antrenament.

7.1.2.6. *Influenţa inhibantă a autorităţilor din domeniu*

Frecvent, inginerii proiectanţi, cercetătorii, studenţii se află în aşa măsură sub influenţa raţionamentelor şi a metodelor autorităţilor recunoscute din domeniu, încît admit automat rolul conducător al acestora, fiind astfel lipsiţi de iniţiative euristice.

Prin raţionamente şi metode cunoscute nu se poate ajunge de regulă decît la rezultate, de asemenea, cunoscute.

Dar nu numai autoritatea specialiştilor şi a oamenilor de ştiinţă este inhibantă; acelaşi rol îl au şi realizările marilor firme producătoare, recunoscute pe plan internaţional prin calitatea produselor, susţinute ştiinţific şi artistic de reuşite cataloage, prospecte şi

reclame. Mulţi inventatori îşi pun aparent justificat întrebarea: „Oare mă pot eu măsura cu specialiştii creatori ai firmei ..., care au la dispoziţie mijloace net superioare atît în realizarea prototipurilor, cît şi în încercarea, optimizarea şi lansarea în fabricaţie a acestora ?".

Inventatorul trebuie să fie convins că peste tot lucrează oameni ca şi el, iar în ceea ce priveşte calităţile creatoare, acestea pot fi educate, dezvoltate şi stimulate în orice loc.

7.1.3. *Obstacolele de ordin educaţional*

Sistemul de învăţămînt existent în prezent, pe toate treptele sale, de la preşcolar, pînă la universitar, cultivă aproape în exclusivitate gîndirea convergentă, care, după cum s-a arătat, este în general mai puţin adecvată creaţiei tehnice spontane sau stimulate, care constituie, în cea mai mare măsură, rezultatul unei gîndiri divergente-combinatorice, a conlucrării eficiente dintre conştient şi inconştient.

Dacă în învăţămîntul primar şi mediu tendinţa spre absolutizarea gîndirii logice-convergente este în mare măsură justificată de considerentele de ordin metodic şi de obiectivul formării unui om cu o temeinică gîndire logică, singura capabilă de a-l călăuzi corect în societate şi profesie, în învăţămîntul tehnic superior o astfel de tendinţă nu este decît parţial justificată.

Se pot cita următoarele obstacole principale de ordin educaţional şi de personalitate: însuşirea rigidă a cunoştinţelor tehnice ca sisteme închise, imposibilitatea abordării secvenţial-divergente a rezolvării problemei tehnice, imposibilitatea separării fazelor de creaţie de cele de evaluare, lipsa de fantezie şi de imaginaţie, lipsa motivaţiei, lipsa de sensibilitate faţă de probleme; faţă de nou, lipsa de spirit competitiv, de integrare valorică, eficace în muncă şi nivel de aspiraţii scăzut, lipsa calităţilor moral volitive, lipsa de anomicitate, un coeficient intelectual scăzut, capacitate scazută de memorizare şi neofobism.

7.1.3.1. *Însuşirea rigidă a cunoştinţelor tehnice ca sisteme închise*

Sînt frecvente cazurile cînd în cursurile de specialitate, din tendinţa unei maxime sistematizări, diferitele categorii de utilaje, maşini, scule, dispozitive, aparate, procedee tehnologice etc. se prezintă sub forma unor sisteme bine puse la punct, dar închise, creînd studentului impresia că aceasta reprezintă ultimul cuvînt al tehnicii în domeniu, că „aici nu mai e nimic de făcut".

Cu cît astfel de sisteme închise sînt mai bine puse la punct, cu atît carcasa lor devine mai greu penetrabilă pentru creaţia spontană şi stimulată a viitorului specialist. Este adevărat că în creaţia logic-determinată acest factor are o influenţă minimă, dar predispoziţia generală pentru creaţie a studentului are mult de suferit. Prezentarea avantajelor şi dezavantajelor diferitelor soluţii cunoscute, compararea acestora, reprezintă un pas timid spre deschiderea porţilor creaţiei.

Nu în toate cursurile tehnice generale şi de specialitate este prezentă, în prima parte, o fundamentare de ansamblu a soluţiilor prezentate ulterior; ori este cunoscut că numai partea de pregătire fundamentală este cea care nu obstrucţionează creativitatea, ci dimpotrivă, asigură flexibilitatea atît de necesară creatorului de tehnică.

Numai pregătirea de bază asigură curajul inventatorului de a ataca problemele de creaţie în fondul acestora.

Dar şi absolutizarea pregătirii fundamentale are aceleaşi efecte negative asupra activităţii de creaţie, întrucît numai pregătirea practică-tehnologică îi conferă viitorului specialist curajul şi siguranţa necesare pentru a trece la acţiune, la concretizare, experimentare, optimizare, implementare; pregătirea fundamentală ca atare, trebuie armonios îmbinată cu cea practică.

Considerăm că orice curs de specialitate pentru a deveni un sistem ştiinţific deschis de cunoştinţe trebuie să conţină o parte generală - o teorie proprie - în domeniul dat, altfel aceasta nu reprezintă decît o sumă de cunoştinţe şi îşi pierde atributul de ştiinţific.

Capitolele de specialitate trebuie concretizate prin diagrame deschise de idei, matrici morfologice sau obiecte generalizate, încheiate prin critica stadiului actual al tehnicii din domeniu şi conturarea dezvoltării viitoare a acestuia, lucru posibil pentru profesorii titulari, care prin definiţie - trebuie să ştie - *ce s-a făcut pînă în prezent, care sînt lipsurile acestui prezent tehnologic, formulînd temele corespunzătoare de creaţie pentru vitorii ingineri.*

7.1.3.2. *Imposibilitatea abordării secvenţial-divergente a rezolvării problemelor tehnice*

Procesul de creaţie spontană şi stimulată presupune alternarea perioadelor de gîndire convergentă cu cele de gîndire divergentă, de explorare a grupurilor de soluţii posibile; lipsa acestei alternări este echivalentă cu lipsa celor patru etape fundamentale în creaţia tehnică stimulată, pregătirea - dominată de gîndirea convergentă, incubaţia şi iluminarea determinate dominant de gîndirea divergentă şi verificarea inginerească - specifică producţiei convergente.

Acest obstacol este frecvent numai la inventatorii începători: treptat, alternarea gîndirii convergente cu cea divergentă devine un act reflex - stimulator al creaţiei tehnice.

7.1.3.3. *Imposibilitatea separării fazelor de creaţie de cele de evaluare* reprezintă un obstacol înrudit cu precedentul şi constă în tendinţa omului obişnuit de a amesteca gîndirea creativă cu gîndirea critică, înăbuşind astfel din faşă orice tendinţă a psihicului de a ieşi din comun.

Acest obstacol este cunoscut de multă vreme; în 1788, Frederich Schiller susţinea într-o scrisoare către un prieten care se plîngea de sterilitate în idei [5] ... „Raţiunea plîngerii dumneavoastră se găseşte se pare în constrîngerea pe care inteligenţa o impune imaginaţiei. ... Luată izolat, o idee poate fi total nesemnificativă sau chiar extrem de riscantă; dar ea îşi poate găsi importanţa într-o idee care o succede. S-ar putea ca anumite apropieri cu alte idei care ar apare la fel de absurde, să fie capabile de a ne furniza

iluminări foarte utile ... În cazul unei minţi creatoare, ni se pare că inteligenţa şi-a retras paznicii de la uşile pe unde ideile inundă într-o dezordine totală, pentru a nu proceda decît după aceea la examinarea şi controlul acestora în cadrul ansamblului. În schimb dumneavoastră, demni critici - sau altceva ce vă consideraţi - roşiţi şi tremuraţi în faţa nebuniei momentane şi pasagere, care se găseşte la toţi adevăraţii creatori şi a cărei durată mai mult sau mai puţin scurtă îl distinge pe artistul care gîndeşte de visător. Iată de ce vă deplîngeţi sterilitatea; pentru că eliminaţi prea devreme şi pentru că, de asemenea, judecaţi cu prea multă severitate".

7.1.3.4. *Lipsa de fantezie şi de imaginaţie* este determinată în mare parte de inerţia psihologică, de fluenţa scăzută, de rigiditatea funcţională, care manifestîndu-se repetat pot conduce la această trăsătură de personalitate, deosebit de dăunătore producerii noului; *Albert Einstein* punea un mare preţ pe imaginaţie, considerînd chiar că *imaginaţia este mai importantă decît cunoaşterea.*

Fiind în mare măsură un obstacol dobîndit pe calea unei anumite educaţii, acesta nu poate fi eliminat decît printr-o reeducare specială a spiritului inventatorului prin ingineria creativităţii.

7.1.3.5. *Lipsa motivaţiei* este echivalentă cu lipsa din structura euristică fundamentală a euremei de bază - a euremei energetic-stimulatorie. Dacă, aşa cum rezultă din cercetările lui Tadeusz Kotarbinski, situaţia coercitivă reprezintă motorul extern al creaţiei tehnice, atunci motivaţia reprezintă motorul intern al acesteia, între cele două surse energetice existînd o dublă legătură de intercondiţionare. Trebuie făcută totuşi o distincţie între lipsa motivaţiei de moment, ca obstacol psihologic şi lipsa în general a motivaţiei, ca trăsătură de caracter a individului, împotriva căreia trebuie luptat prin mijloace educaţional-pedagogice.

7.1.3.6. *Lipsa de sensibilitate faţă de probleme - faţă de nou* reprezintă un obstacol de maximă importanţă în faţa creaţiei tehnice, iar ca trăsătură de caracter negativă se instalează în special la indivizii cu o slabă capacitate de problematizare şi de analiză critică a tehnicii. Daca adevăratul revoluţionar al tehnicii - inventatorul profesionist - este în permanentă căutare a contradicţiilor, a lipsurilor stadiului actual al tehnicii în vederea formulării şi rezolvării creative a problemelor, constituindu-se astfel ca un *personaj ofensiv*; cel dominat de lipsa de sensibilitate faţă de problematizare - faţă de nou - devine *defensiv*, iar într-o fază avansată, gravă, de-a dreptul *apatic*.

7.1.3.7. *Lipsa de spirit competitiv, de integrare valorică-nivelul de aspiraţii scăzut*, reprezintă o trăsătură de personalitate înrudită cu lipsa motivaţiei şi lipsa sensibilităţii faţă de nou, împreună cu care, cuantifică negativ eurema energetic-stimulatorie. Spiritul competitiv şi înaltul nivel de aspiraţii reprezintă trăsăturile principale de personalitate care

definesc indivizii performanţi - ofensivi din domeniul ştiinţei, artei, literaturii, sportului dar în special pe inventatorii de profesie.

7.1.3.8. *Lipsa calităţilor moral-volitive.* Pentru parcurgerea optimală, eficientă a întregului drum de la sinteza critică a informaţiilor la elaborarea temei de creaţie, la rezolvarea creativă a acesteia iar de aici, prin experiment - optimizare, la implementarea industrială, sînt necesare aceleaşi calităţi moral-volitive ca şi pentru un alergător de maraton. Marii inventatori au fost tenaci şi consecvenţi în promovarea propriilor creaţii, au fost oameni cu un pronunţat caracter de finalizatori.

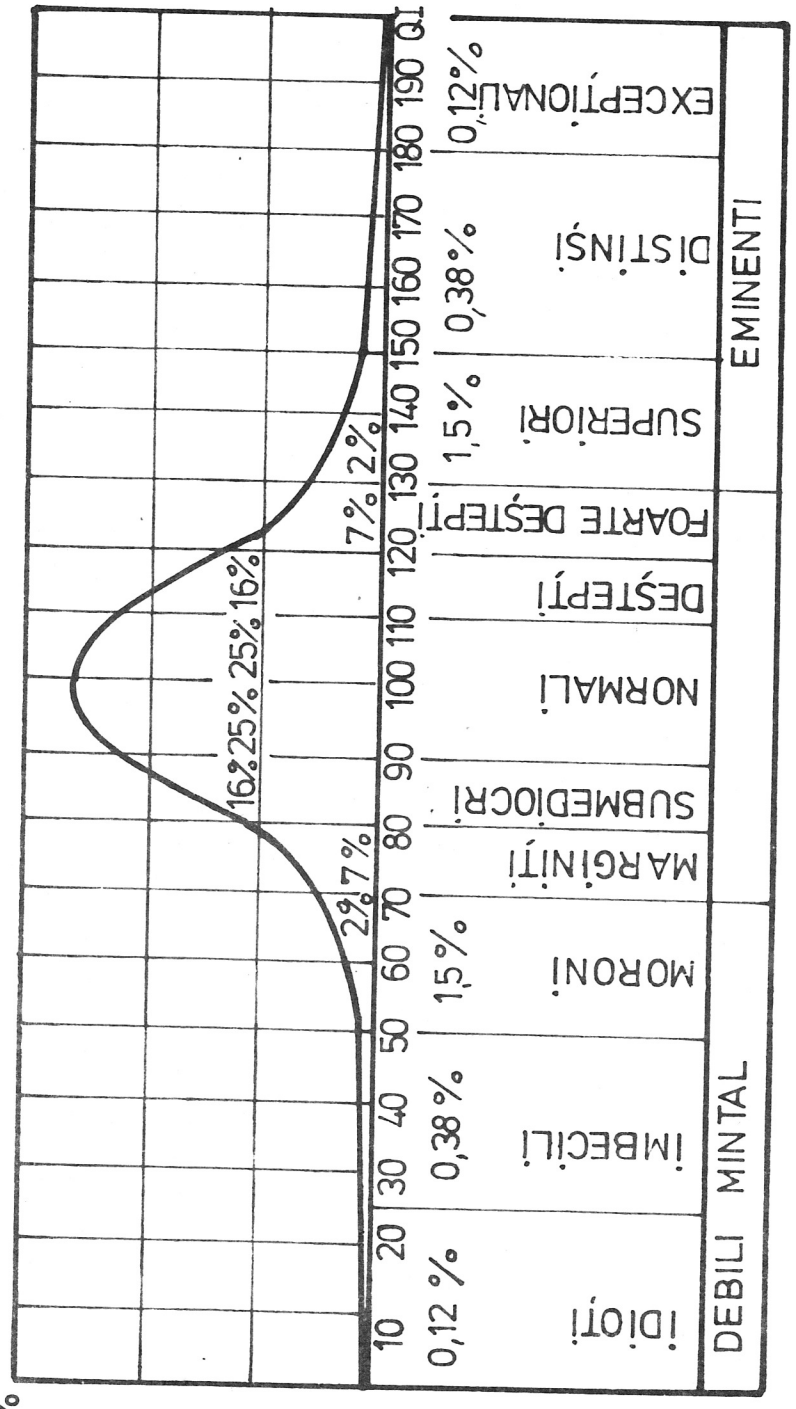
7.1.3.9. *Lipsa de anomicitate* [6]. Inventatorii se caracterizează de cele mai multe ori prin *anomicitate*, care reprezintă *înalta capacitate de aderare la obiectivele ridicate de societate, concomitent cu respingerea mijloacelor tradiţionale-conformiste de atingere a acestora.* Dar în multe cazuri, inventatorul trebuie să abordeze creativ ambele laturi ale problemei - formularea (inventarea) temei şi *rezolvarea acesteia* (inventarea soluţiei). Lipsa de anomicitate îl privează ca atare pe inventator de minimul de spirit creativ - nonconformist.

7.1.3.10. *Coeficientul intelectual scăzut* reprezintă un parametru de personalitate în cea mai mare măsură înnăscut şi poate conduce la sterilitate în idei. Prin coeficient intelectual scăzut se înţelege coeficientul inferior cifrei 90, domeniul normal, QI = 90-110, cuprinzînd 50% din populaţie, aşa cum rezultă cu suficientă precizie din curba Hollingworth (fig.7.4) [7], corelată cu subclasificarea lui Alexandru Roşca [7].

Considerăm că acest coeficient nu este un parametru strict ereditar, ci el se constituie în primii doi-trei ani din copilărie, zonă pentru care nu există date concludente. O dovadă în acest sens o constituie cei cîţiva copii „sălbăticiţi", educaţi cîţiva ani direct de natură şi a căror cifră de inteligenţă corespunzătoare debililor mintali n-a mai putut fi corectată. Dimpotrivă, activitatea intelectuală intensă poate amplifica substanţial coeficientul QI, aşa cum rezultă din ultimele studii privind oamenii deosebit de activi-intelectual, de exemplu doctorii în ştiinţe care se situează în bloc în categoria eminenţilor, avînd un coeficient intelectual superior cifrei 125.

Cu toate că marea majoritate a oamenilor normali au calităţi creative, acestea se amplifică odată cu creşterea coeficientului QI pînă la 120, după care nu se mai constată vreo corelaţie; se pare însă că această concluzie a psihologilor este infirmată de tabela elaborată încă în 1926 de Catherine Cox [7], [8] în urma postcalculului coeficientului QI pentru 300 oameni geniali din perioada 1450-1850 (tabel 7.2); *toţi au fost, în acelaşi timp, foarte inteligenţi şi foarte creativi.*

7.1.3.11. *Capacitatea scăzută de memorizare* poate constitui un important obstacol în calea creaţiei tehnice, în special, prin faptul că sărăceşte banca de date şi legi de



DEBILI MINTAL
EMINENTI
IDIOŢI
IMBECILI
MORONI
MARGINIŢI
SUBMEDIOCRI
NORMALI
DEŞTEPŢI
FOARTE DEŞTEPŢI
SUPERIORI
DISTINŞI
EXCEPŢIONALI
0,12 %
0,38 %
1,5 %
2% 7%
16% 25% 25% 16%
7% 2%
1,5 %
0,38 %
0,12 %
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 QI

Figura 7.4 %

Tabelul 7.2

	QI minim		QI corectat		Media QI minim	Media QI corectată
	0-17 ani	17-26 ani	0-17 ani	17-26 ani		
Haller	175	180	180	190	177,5	185
Leopardi	170	175	185	185	172,5	185
Scheling	175	180	180	190	177,5	185
Voltaire	170	180	180	190	175	185
Sarpi	165	175	180	195	170	187,5
Mill J.St.	190	170	200	180	180	190
Pascal	180	180	190	195	180	192,5
Wolsey	165	165	185	200	165	192,5
Grotius	185	190	195	200	187,5	197,5
Gõethe	185	200	190	210	192,5	200
Leibnitz	185	190	195	205	187,5	200

compoziţie a creierului uman, diminuînd substanţial posibilitatea apariţiei unor bisocieri, combinări, analogii, extrapolări, consonante şi eficiente. Acest obstacol, în mare parte înnăscut, poate fi substanţial corectat prin educaţie, în special prin practicarea şi dezvoltarea fluenţei şi a percepţiei consonante cu ceea ce este deja stocat.

7.1.3.12. *Neofobismul* este o trăsătură de personalitate dobîndită, care se manifestă la început ca o lipsă de sensibilitate faţă de nou, ca o desconsiderare a acestuia, ca apoi să degenereze într-o adevărată ură şi frică faţă de tot ce nu este conform cu ansamblul cunoştinţelor căpătate anterior. Este un comportament reflex de apărare a bogăţiei de cunoştinţe cumulate faţă de elementele noi - neconforme - şi constituie un obstacol în faţa creaţiei tehnice foarte greu de atenuat sau de eliminat.

7.2. Obstacolele externe, obiective, din faţa creaţiei tehnice

Din această categorie de obstacole fac parte obstacolele tehnico-organizatorice şi cele de ordin psihosocial. Cu toate că inventatorul trebuie să-şi concentreze eforturile în primul rînd pentru eliminarea sau atenuarea obstacolelor interne, care depind direct de personalitatea sa şi ca atare îi sînt mai accesibile, el trebuie să cunoască şi obstacolele externe posibile, asupra cărora are posibilităţi limitate de influenţare, dar pe care totuşi în unele situaţii le poate atenua sau ocoli.

7.2.1. ***Obstacolele de ordin tehnico-organizatoric*** rezidă atît în lipsa atelierelor de prototipuri şi a liniilor pilot, cît şi în slaba organizare internă-uzinală pentru implementarea noului.

7.2.1.1. *Lipsa atelierelor de prototipuri şi a liniilor pilot* reduce substanţial posibilitatea inventatorului de a construi modele funcţionale, prototipuri experimentale, de a-şi perfecţiona şi optimiza soluţia tehnică. O invenţie nu se poate considera pe deplin elaborată decît în momentul implementării industriale - obiectiv pînă la care, de cele mai multe ori, trebuie parcursă o cale lungă, presărată cu multe obstacole - dar în toate fazele trebuind să fie prezent şi inventatorul.

Crearea atelierelor pentru construcţia, experimentarea şi optimizarea prototipurilor, precum şi a atelierelor de microproducţie şi pilotare, pe lîngă institutele de cercetare-proiectare şi filialele acestora, pe lîngă facultăţile sau chiar catedrele universitare de profil, reprezintă mijlocul cel mai eficient pentru învingerea obstacolelor de ordin tehnic-organizatoric, pentru scurtarea drumului de la concepţie la implementare industrială.

Experienţa Catedrei de maşini-unelte şi scule a Institutului Politehnic Iaşi, în care îmi desfăşor de peste 30 de ani activitatea, a demonstrat convingător acest lucru. Rod al modernizării învăţămîntului tehnic superior, prin integrarea acestuia cu cercetarea, proiectarea şi producţie, catedra devenită o unitate polivalentă, în care se desfăşoară nu numai procesul de instruire, ci şi cele de proiectare, creaţie tehnică, cercetare, construcţie de prototipuri şi microproducţie bazată în exclusivitate pe brevetele proprii, poate asigura o scurtare şi o netezire substanţială a drumului de la concepţie, la valorificarea industrială, întrucît o primă valorificare - cea prin microproducţie pilot este direct controlată şi dirijată prin cadrele proprii. În felul acesta, inventatorul predă marii industrii, nu numai o soluţie concepută sau un proiect de execuţie, ci un prototip experimental sau chiar un produs de serie bazat pe noua idee, împreună cu tehnologia de fabricaţie, pilotată în unitatea proprie de microproducţie.

Şansa de reuşită este net superioară. Sînt cunoscute cazuri cînd timpul în care un produs inventat a păşit în producţia de serie s-a redus la numai cîteva săptămîni, faţă de termenele obişnuite de 1 ... 4 ani.

7.2.1.2. *Slaba organizare intern-uzinală pentru implementarea noului* poate constitui, de asemenea, un serios obstacol în faţa inventatorului. Cadrului legal pentru asimilarea şi modernizarea produselor, inclusiv a invenţiilor, trebuie să-i corespundă o structură organizatorică adecvată la nivelul întreprinderii astfel încît încercarea, optimizarea, omologarea prototipurilor, pregătirea fabricaţiei şi generalizarea, precum şi întocmirea şi circulaţia actelor corespunzătoare să se facă operativ, scurtîndu-se la maxim drumul de la elaborarea invenţiei pînă la implementare industrială; de aceea lipsa de organizare, dezinteresul, lipsa de calificare a comisiilor pentru invenţii din întreprinderile industriale, din institutele de cercetare-proiectare sau de învăţămînt superior, se pot constitui în puternice frîne ale procesului de înnoire.

7.2.2. ***Obstacolele de ordin psiho-social.*** Acest gen de obstacole se referă după F.Barret [6] [9] la absolutizarea de către conducerile întreprinderilor, centralelor, ministerelor, a experienţei şi a rezultatelor trecute şi tratarea cu dispreţ a tot ceea ce diferă de acestea, la lipsa de orientare spre viitor, la prudenţa excesivă, la critica exagerat de severă a greşelilor, la un stimul material şi moral redus.

7.2.2.1. *Absolutizarea experienţei şi a rezultatelor trecute şi dispreţul faţă de tot ce diferă de acestea* reprezintă trăsătura conservatoare cea mai periculoasă a conducătorilor producţiei şi uneori şi ai cercetării şi proiectării. Ori o întreprindere, pentru a supraveţui şi prospera, trebuie să-şi perfecţioneze continuu produsele şi tehnologiile, pentru a face faţă cu succes exigenţelor pieţei şi concurenţei. Deschiderea spre nou depinde şi de trăsăturile de personalitate ale conducătorilor întreprinderii; se poate cita în acest sens exemplul întreprinderii Electrocontact Botoşani, în care practic toţi membrii conducerii în frunte cu directorul sînt inventatori consacraţi, ceea ce a determinat în mare măsură încurajarea inventatorilor uzinei şi o creştere a producţiei anuale la peste 100 de invenţii, la o inovare permanentă a produselor şi tehnologiilor, la succese substanţiale la export şi la clasificarea repetată pe locul I pe minister în domeniul creaţiei tehnic.

7.2.2.2. *Lipsa de orientare spre viitor* reprezintă un obstacol înrudit cu precedentul ce derivă din necunoaşterea unei legi fundamentale a înnoirii: cînd un produs a ajuns să aducă beneficii maxime înseamnă că i-a început şi declinul tehnic şi trebuie substanţial înnoit.

7.2.2.3. *Prudenţa excesivă* este determinată în mare măsură de pericolul eşecurilor tehnico-economice în lansarea unor produse şi tehnologii. Un adevăr elementar, demonstrat statistic, este că succese substanţiale obţin numai cei ce îşi asumă riscul. Succesele strategice în înnoirea tehnologică sînt însoţite de cele mai multe ori de eşecuri tactice, de nereuşite, dar rezultanta tehnico-economică este net favorabilă.

7.2.2.4. *Critica exagerat de severă a greşelilor.* Un adevăr cunoscut este că nu greşeşte numai acela care nu munceşte, totul este să înveţi din greşeli; a critica exagerat greşelile, în special greşelile strecurate în desfăşurarea proceselor de inovare, poate conduce la inhibarea acestor procese, lucru de care trebuie să ţină seama conducătorii întreprinderilor industriale şi ai instituţiilor de cercetare şi inginerie tehnologică.

7.2.2.5. *Stimulul material redus* poate constitui un obstacol important în desfăşurarea proceselor novatoare; acest stimul este în linii mari legiferat în toate ţările, dar aplicarea operativă cu înalt discernămînt a legislaţiei depinde de conducerea unităţilor industriale şi ştiinţifice.

7.2.2.6. *Stimul moral redus.* Acordarea brevetelor sau certificatelor de autor, a diplomelor şi premiilor la expoziţii şi saloane de invenţii, acordarea de titluri onorifice, precum şi acordarea de semne distinctive şi decoraţii de stat pot constitui acceleratori ai proceselor creative, după cum şi lipsa de inters şi pricepere din partea organelor de conducere colectivă pentru stimularea morală a inventatorilor se poate constitui într-un obstacol intens frenator în faţa progresului tehnic.

Din experienţa personală a autorului acestui manual se pot relata următoarele: în anii 1967-1975, funcţionînd ca preşedinte al comisiei pentru invenţii a Institutului Politehnic din Iaşi, am propus senatului şi am obţinut adoptarea unei hotărîri, în conformitate cu care, în aprecierea globală ştiinţifică a unui cadru didactic, o invenţie brevetată era cotată cel puţin ca o lucrare ştiinţifică publicată într-o revistă centrală de specialitate, iar o invenţie înregistrată era echivalentă cu o comunicare la o sesiune republicană. Această măsură, pe deplin justificată, adoptată ulterior şi de alte institute de învăţămînt tehnic superior din ţară, a contribuit în mare măsură la o creştere substanţială a numărului de invenţii înregistrate de profesorii şi studenţii Politehnicii ieşene, de la 30-35 invenţii la 200-250 invenţii anual.

Trecînd în revistă obstacolele interne şi externe din faţa creaţiei tehnice, se mai constată şi faptul că unele dintre acestea au un *caracter tactic*, manifestîndu-se numai uneori, cum sînt de exemplu obstacolele de ordin psihologic, iar altele au un *caracter strategic*, manifestîndu-se regulat-cronic, ca, de exemplu, obstacolele de ordin educaţional şi de personalitate, în cea mai mare măsură structurate prin cronicizarea obstacolelor psihologice.

Dacă pentru învingerea obstacolelor de ordin tactic a obstacolelor psihologice - este uneori suficientă simpla cunoaştere a acestora de către inventator, învingerea obstacolelor strategice - educaţionale şi de personalitate - presupune eforturi îndelungate, de educare, de reeducare, de autoperfecţionare, de antrenament perseverent.

Inventatorul trebuie să mai reţină un fapt important: *obstacolele psihologice, precum şi cele educaţionale şi de personalitate acţionează numai în invenţia spontană şi în cea stimulată, în timp ce pentru invenţiile logic determinate singurele obstacole interne demne de luat în consideraţie sînt obstacolele gnoseologice.*

BIBLIOGRAFIE

1. Moraru Ion - *Acţiunea socială şi comportamentul individual*. Editura politică Bucureşti, 1986, pp.49-66.
2. Moraru Ion - *The determinism of actional behaviour*. International Congress of Logic, Methodology and Philosophy of Science, Salsburg, Austria, 1983, Abstracts, vol.5, section 10-11 pp.65-69.
3. Belous Vitalie - *Frînă centrifugală autoreglabilă*. Buletinul Institutului politehnic Iaşi, Tom.VI, fasc.3-4, 1980, pp.345-350.
4. Dickson R.John - *Design Engineering. Inventiveness Analysis and Decision Making*. Mc Graw Hill Boock-Co 1966. Traducere în l.rusă Editura Mir Moskva, 1969.
5. Osborn Alex - *L'Imagination constructive*. Editura Dunod, Paris, 1971.
6. Schietère J.C., Turcotte P.R. - *La dynamique de la Créativité dans l'entreprise*. Ed.Dunod, Paris, 1977.
7. Roşca Alexandru - *Copiii superior înzestraţi*. Editura Institutului de psihologie al Universităţii din Cluj, la Sibiu, 1941, p.25.
8. Cox C.M. - *Genetic Studies of Genius vol.II*. The Early Mental Development of Three Hundred Genius. Standford University Press 1926.
9. Barrett F.D. - *Management by Creativity and Inovation in the Business Quartely*, 1970, p.67.
10. Belous V. - *Manualul Inventatorului*. Ed.Tehnică, Bucureşti, 1990.

CAPITOLUL 8

BAZELE PSIHOPEDAGOCICE ALE CREAŢIEI TEHNICE

Cercetările privind inteligenţa umană au relevat faptul că nu există inteligenţe exclusiv comprehensiv-cumulativ-reproductive; toate gradele de inteligenţă cuprind într-o măsură mai mică sau mai mare şi componenţa constructivă, creativă. Cu alte cuvinte, inteligenţa normală cuprinde toate cele patru atribute: este o inteligenţă comprehensiv-cumulativ-reproductiv-creativă.

Faptul că cea de a patra latură nu era dezvoltată în suficientă măsură de învăţământul tradiţional, constituirea acesteia fiind lăsată la voia hazardului, a făcut ca multe talente sau chiar genii native să nu fie puse în valoare.

Dar creativitatea tehnică, aşa cum a rezultat din cap.6, nu cuprinde în structură numai latura intelectuală ci şi latura emoţională şi cea acţional-practică sau aşa cum afirma M.W. Thring [1] ... „inventatorul gîndeşte cu mintea, cu inima şi cu mîna (simţurile)" ...

În consecinţă, problema dacă inteligenţa este o latură a creativităţii sau creativitatea este o latură a inteligenţei nu poate avea un răspuns tranşant. *În măsura în care procesul creativ se bazează pe metodele logice de căutare, conştientizate sau desfăşurate la nivelul combinatoricii subconştientului, creativitatea reprezintă o parte a inteligenţei, iar în măsura în care apelează la întreaga personalitate intelectual-emoţional-tehnologică a inventatorului, inteligenţa reprezintă numai o parte a creativităţii.*

În măsura în care procesul de creaţie tehnică a fost logicizat şi se desfăşoară exclusiv la nivelul intelectului uman - apelînd deci numai la inteligenţă - creativitatea poate fi „învăţată" după principiile pedagogiei preuniversitare, universitare şi postuniversitare tradiţionale. În măsura însă, în care, creativitatea apelează la întreaga personalitate a inventatorului, posibilitatea structurării unei pedagogii a creativităţii a fost mult timp pusă sub semnul întrebării: algoritmicul fiind opusul euristicului, nu se accepta ideea căutării algoritmilor pentru procesele euristice, considerîndu-se că o astfel de problemă este absurdă, fără soluţii reale, posibile sau cum afirmă B.F. Skinner ...„prin definiţie, noi nu-l putem învăţa pe elev comportamentul original, pentru că prin însuşi acest fapt el şi-ar pierde originalitatea" [2], [3]. Sigur că asemenea concluzii derivă din absolutizarea opoziţiei dintre algoritmic şi euristic, din ignorarea dialecticii raportului dintre cele două categorii psihologice, a dublei legături, a trecerii algoritmicului în euristic şi invers; de regulă, omul a fost tentat să taxeze drept procese euristice procesele de descoperire a căror logică n-a fost în stare s-o dezvăluie. Aceasta nu înseamnă că legile obiective ale

descoperirii - ale euristicului - nu există în mod real, oricît de complexă ar fi gîndirea intelectual-emoţional-tehnologică şi oricît de misterioase ar fi încă în prezent legile conlucrării dintre conştient şi subconştient, dintre laturile intelectuale şi cele emoţional-temperamentale, iar a acestora reunite cu laturile senzoriale, acţional-practice (tehnologice) ale gîndirii umane; din capitolele precedente în care s-au prezentat bazele psihognoseologice ale creaţiei tehnice şi obstacolele de bază din faţa creaţiei spontane şi stimulate, pe baza cărora s-a structuralizat personalitatea inventatorului, rezultă că toate trăsăturile de personalitate creativ-tehnică pot fi influenţate favorabil şi dezvoltate prin educare, printr-o inginerie a creativităţii tehnice.

Cu toate că trăsăturile depistate nu rezolvă decît exterior problema, nerelevînd încă mecanismele intime prin care acestea acţionează şi structurează produsul creaţiei tehnice - invenţia - se poate elabora o pedagogie a creativităţii pe toate treptele învăţămîntului, aşa cum a demonstrat-o convingător Ana Stoica în cunoscuta sa monografie destinată creativităţii elevilor [2], prin trei serii de argumente:

- rezultatele pozitive obţinute prin metodele de stimulare a capacităţii creatoare;
- datele experimentale pedagogice;
- studiul analitic al factorilor componenţi ai creativităţii.

Autoarea ajunge la o concluzie de maximă importanţă pentru ingineria creativităţii tehnice: „Factorul intelectual (imaginaţia, gîndirea, tehnicile operaţionale) este relativ mai uşor educabil, deşi persistenţa în timp a efectelor unui curs sau unei metode nu este mare. Factorii de personalitate, în sensul larg al noţiunii, care ţin de atitudini, motivaţie, caracter, deprinderi de lucru etc. se lasă mai greu influenţaţi în direcţia şi cu intensitatea dorită de noi, dar odată achiziţiile educative dobîndite, persistenţa lor nu se mai măsoară în luni, ci în ani sau etape de vîrstă".

Într-adevăr, ingineria creativităţii trebuie să aibă drept obiectiv de bază, *transformarea obstacolelor, din cauze interne frenatoare, în cauze interne acceleratoare a proceselor creative.*

Dacă obstacolele tactice (psihologice) pot fi înlăturate sau atenuate cu o relativă uşurinţă, obstacolele strategice, educaţionale şi de personalitate nu pot fi atenuate sau înlăturate decît prin eforturi educative de lungă durată. În schimb, caracteristicile educaţionale şi de personalitate, cu cît se cîştigă mai greu şi mai lent, cu atît se şi imprimă mai profund şi sînt mai persistente. Flexibilitatea înaltă, calităţile moral-volitive, capacitatea de vizualizare, spiritul competitiv, spiritul de analiză şi sinteză, se formează mult mai lent decît capacitatea de suspendare temporară a criticii sau capacitatea de însuşire critică a cunoştinţelor tehnice ca sisteme deschise şi tocmai de aceea sînt mai temeinice.

În ceea ce priveşte obstacolele de ordin gnoseologic, acestea pot fi eliminate relativ uşor, folosind metodologia clasică de transmitere a cunoştinţelor; rolul principal al prezentului manual este tocmai eliminarea obstacolelor de ordin gnoseologic.

Ana Stoica [2] constată pe bună dreptate că în literatura pedagogică a creativităţii se pot pune în evidenţă două căi posibile de amplificarea pregătirii elevilor şi studenţilor pentru creaţie: *introducerea unui curs special de creativitate sau restructurarea totală a modului de predare a tuturor disciplinelor.*

Iată cum argumentează Alexandru Roşca [2], [4] cea de a doua variantă:

- un viitor specialist nu va fi un creator în general, ci un creator într-un domeniu special pentru care se pregăteşte el;

- dezvoltarea creativităţii gîndirii elevilor şi studenţilor nu va găsi soluţii eficace decît cu concursul tuturor membrilor corpului didactic, care trebuie iniţiaţi ei înşişi în principiile şi metodele dezvoltării creativităţii gîndirii la elevi şi studenţi;

- fiecare materie de învăţămînt şi fiecare domeniu de activitate oferă nu numai condiţii generale, dar şi condiţii specifice de aplicare a metodelor şi principii care vizează dezvoltarea creativităţii gîndirii" [4].

La aceste trei argumente s-ar putea adăuga şi un al patrulea, cel puţin la fel de important cu primele trei: introducerea specificului creaţiei în diferitele domenii - la diferite discipline - permite o *educare continuă, pe parcursul întregii şcolarizări*, a laturilor creative ale gîndirii elevului şi studentului.

Dar şi prima cale poate fi la fel de eficientă; într-adevăr, predarea unui curs special de creatologie (creatică) sau în învăţămîntul tehnic, de inventică, asigură următoarele avantaje de bază:

- predarea unitară şi competentă de către un expert a ansamblului cunoştinţelor privind creaţia în general sau creaţia tehnică în particular, asigură însuşirea sistematică, la un înalt nivel a unor cunoştinţe valabile pentru toate disciplinele predate în liceu sau facultate;

- aplicarea de către elev sau student a cunoştinţelor generale de creatologie sau de inventică în cazul particular al cursurilor de specialitate, cu toate că va prezenta unele greutăţi, va constitui un important exerciţiu de creativitate.

Folosirea acestei căi de dezvoltare a creativităţii prezintă unele greutăţi legate de amplasarea optimă a disciplinei în planul de învăţămînt, în special în învăţămîntul mediu, în învăţămîntul tehnic superior, problema este mult atenuată, amplasarea optimă fiind la nivelul anilor patru sau cinci de studii cînd studentul face sinteze de cunoştinţe tehnice căpătate la diversele cursuri de specialitate.

Subscriem la concluzia la care ajunge Ana Stoica, în conformitate cu care cele două căi nu sînt *divergente, ci complementare* şi trebuie să fie simultan folosite şi corelate.

Experienţa folosirii simultane a ambelor căi pentru dezvoltarea activităţii creativ-tehnice a viitorilor ingineri mecanici este redată în cele ce urmează.

8.1 Principii ale organizării unui învăţămînt tehnic superior şi postuniversitar creativ

Formarea generală a inginerului constructor de maşini este indisolubil legată de formarea sa ca un inventator de profesie, întrucît un inginer complet este caracterizat prin patru atribute fundamentale: cunoaşte tehnica, aplică tehnica, conduce tehnica şi produce tehnică.

Învăţămîntul tehnic superior tradiţional asigură în mare măsură formarea unui inginer caracterizabil numai prin primele trei atribute, latura creativă fiind lăsată pe planul secund, ca o activitate mai mult spontană, iar uneori structura cursurilor universitare era de aşa natură încît instaura puternice inerţii şi blocaje psihologice în calea activităţii creative a viitorilor ingineri.

De aceea, amplul proces de modernizare a învăţământului superior românesc prin integrarea acestuia cu cercetarea, proiectarea şi producţia, proces căruia îi este subordonat şi învăţământul de inventică, şi-a fixat două obiective de bază legate dialectic între ele:

- asigurarea unei temeinice pregătiri fundamentale, care să-i confere viitorului inginer mecanic, pe lîngă o flexibilitate superioară de adaptare la transformările revoluţionare ale ştiinţei şi tehnicii contemporane, o capacitate superioară şi curajul de a aborda şi rezolva problemele inginereşti în fondul acestora;
- asigurarea unei temeinice pregătiri practice, care să-i confere o capacitate superioară de a se integra, încă din primele zile de activitate ca inginer, cu sarcinile concrete ale producţiei.

8.1.1. *Experienţa Institutului Politehnic din Iaşi în dezvoltarea creativităţii la studenţi*

În cadrul Institutului Politehnic din Iaşi, experienţele şi acţiunile privind dezvoltarea gîndirii tehnice creative a viitorilor ingineri s-au desfăşurat în ultimii 20 de ani, în special la Catedra de maşini-unelte şi scule, - compartimentul de scule aşchietoare - pe care îl conduc de peste 30 ani. În acest interval au fost întreprinse următoarele acţiuni de bază:

- Restructurarea cursului de *Proiectarea sculelor aşchietoare* în sensul amplificării părţii fundamentale a acestuia, a elaborării unei teorii proprii privind concepţia şi proiectarea sculelor, cunoscut fiind faptul că teoria proprie este atributul de bază al unei discipline ştiinţifice şi că teoria nu duce la inerţie şi blocaje psihologice, ci dimpotrivă conferă viitorului inginer o flexibilitate sporită şi adaptabilitate faţă de mutaţiile rapide ale ştiinţei şi tehnicii. Această parte poartă denumirea de *„Bazele analizei şi sintezei inginereşti a sculelor aşchietoare"* şi studiază materialele pentru scule, analizează geometria constructivă şi funcţională a părţii aşchietoare, sinteza geometriei optime, sinteza profilului, a parametrilor detalonării, a canalelor pentru aşchii, a profilului longitudinal al dinţilor, a schemei de ascuţire şi supraascuţire, a elementelor poziţionării-fixării, precum şi bazele rezistenţei, rigidităţii şi fiabilităţii sculelor aşchietoare.

Această parte fundamentală reprezintă aproximativ 1/3 din cursul predat studenţilor Facultăţii de mecanică de la Institutul Politehnic din Iaşi, faţă de numai 10-15% la celelalte cursuri similare predate în ţară şi peste hotare.

- Pornind de la constatarea că în învăţamîntul nostru tehnic superior în construcţia de maşini nu există încă în planul de învăţămînt disciplinele de inventică, de bazele creaţiei tehnice sau de ingineria valorii, am introdus în cursul predat şi o a doua parte, specifică inventicii, denumită *„Tehnologia sintezei creative a sculelor aşchietoare"* în care se prezintă metodologia generală a sintezei sculelor aşchietoare, informarea şi sinteza informaţiilor, elaborarea diagramelor şi a matricelor morfologice a ideilor, elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice, analiza critică a soluţiilor existente, formularea temei de creaţie, utilizarea metodelor şi tehnicilor psihologice şi analitice de creaţie, etapele creaţiei, analiza inginerească a noilor soluţii, evaluarea, folosirea tehnicilor ingineriei valorii, principiile optimizării, redactarea descrierilor de invenţii, brevetarea şi legislaţia invenţiilor, metodologia generală a proiectării, experimentării şi implementării industriale a noilor soluţii în conformitate cu legislaţia în vigoare. Această

parte a cursului reprezintă cca. 12%, pentru expunerea capitolelor speciale de proiectare a diverselor categorii de scule aşchietoare a reţetelor de proiectare, bazate pe teoria generală, rămînînd aproximativ 50% din volumul cursului.

- Pornind de la constatarea că predarea capitolelor speciale de cuţite, burghie, freze, scule de danturat, scule de filetat etc. ca *„Sisteme închise"* rezolvate aparent definitiv, oricît de sistematic ar fi prezentate, determină o accentuare a inerţiei şi obstacolelor psihologice, viitorul specialist devenind din ce în ce mai închistat în armura propriilor sale cunoştinţe, s-a trecut la prezentarea critică-deschisă a stadiului actual al tehnicii; prezentarea fiecărei categorii de scule aşchietoare se materializează prin diagrame şi matrici morfologice ale ideilor, prin prezentarea unor scule generalizate, prin critica acestora, prin prezentarea deficienţelor stadiului actual al tehnicii şi conturarea pe această bază a unor direcţii de creaţie.

Repetîndu-se de la capitol la capitol acest mod de expunere, la viitorul inginer de concepţie se instalează o stare de spirit critică, mobilă, de considerare a stadiului actual al tehnicii numai ca o etapă trecătoare, spre stadiul superior, de mobilizare în vederea găsirii unor noi soluţii superioare.

- Pornind de la rădăcinile gnoseologice ale sterilităţii în domeniul tehnic, generate în mare parte de lipsa unor metode analitice-deductive, bine fundamentate pentru creaţia tehnică, s-a dezvoltat în ultimii ani o metodă originală analitică, denumită „Metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice" expusă detaliat în capitolele următoare ale manualului.

- Cunoscînd faptul că în formarea viitorului specialist este necesar să se accentueze nu numai pe gîndirea logică şi cea emoţională, ci şi pe cea fizică-tehnologică, bazată pe practica directă, s-au dezvoltat unităţile şi subunităţile de producţie şi prototipuri ale facultăţii, ceea ce sub aspectul inventicii prezintă următoarele avantaje de bază:

a. Studentul poate parcurge în facultate toată gama activităţilor practice tehnice ingineresti, de la producţie în anii inferiori, la concepţie în anii terminali;

b. circuitul de la concepţie la valorificarea industrială a noilor idei este scurtat substanţial;

c. ideile originale sînt predate marii industrii într-o fază înaintată de valorificare, nu numai sub formă de proiect, model sau prototip experimental, ci chiar şi sub formă de produs de serie-omologat, transferul fiind asociat şi cu o tehnologie pusă la punct.

- S-a restructurat modul de desfăşurare a proiectelor de an; după efectuarea unui scurt proiect şcoală-reproductiv, studenţii se grupează în mici grupe de creaţie, în vederea realizării de noi soluţii brevetabile. Se formează, de cele mai multe ori, grupe de sinectică conduse de şeful de lucrări sau de către asistent sau se practică creaţia individuală, folosind metoda deductivă a obiectului generalizat.

- La unele capitole, după prezentarea diagramelor şi matricelor morfologice ale ideilor sau a obiectului generalizat, se formulează criticile asupra stadiului tehnicii şi se formulează precis tema de creaţie. Se pune la dispoziţia studenţilor întregului an de studii un timp de gîndire de 24 ore, după care se recepţionează, timp de o săptămînă, soluţiile propuse individual sau în grup. Aproximativ 5% dintre studenţii unui an de studii avansează propuneri de creaţii tehnice, unele dintre acestea dovedindu-se realiste şi viabile. În acest mod s-au realizat 22 brevete de invenţii studenţeşti.

Mai eficientă este însă activitatea creativă în grupele de proiect de an şi în activitatea de cercetare-proiectare pentru lucrarea de diplomă.

Personal, în fiecare an universitar, conduc 2 grupe de proiect de an de scule aşchietoare, luate la întîmplare. Aceste grupe se subdivid în 4 subgrupe de creaţie de cîte 6-7 studenţi, care primesc tema de proiect-creativ, prezentîndu-li-se sinteza documentară asupra stadiului actual al tehnicii, diagramele, matricile morfologice de idei sau obiectul generalizat, critica stadiului actual şi pe această bază formularea precisă a temei de creaţie.

În anul 1979, în faţa a 2 subgrupe de creaţie am formulat următoarele 2 teme rezolvate în prealabil personal, dar cărora nu le-am dat curs spre brevetare şi realizare:

a. O freză Romascon pentru frezarea frontală a melcilor, care să aibă o productivitate sporită şi să lucreze mai uniform, cunoscîndu-se faptul că freza Romascon, precedentă, realizată de către un grup de specialişti de la IPA Iaşi, lucra neuniform, avînd pe arcul de contact angajat un singur dinte activ.

b. O freză disc profilată de tip Romascon (cu ascuţire continuă şi detalonare după arc de cerc) cu grad crescut de fiabilitate şi tehnologicitate, cunoscîndu-se lipsurile generale ale frezelor profilate cu ascuţire continuă existente, cu dinţi trapezoidali netehnologici.

Studenţilor li s-au pus la dispoziţie primele două ore din şedinţa de proiect de 4 ore, pentru conturarea de principiu a noii soluţii; în ipoteza unei nereuşite, urma să intervină conducătorul de proiect în vederea canalizării pe un făgaş de perspectivă.

După scurgerea celor două ore însă s-a constatat că studenţii s-au situat pe calea optimă, iar desenele de principiu realizate după patru ore erau foarte apropiate de cele realizate în prealabil de conducătorul grupului de creaţie, obţinîndu-se astfel două noi brevete. Efectul psihologic asupra studenţilor a fost deosebit de puternic atunci cînd au constatat faptul că pornind de la aceleaşi premise, au ajuns la aceleaşi soluţii ca şi conducătorul de proiect, devenind coautori la cele două brevete [6], [7].

În cursul anului 1982 experimentul a fost îmbogăţit prin crearea unor grupe de creaţie mixte, din care făceau parte atît studenţii anului IV activînd în cadrul proiectului de an, cît şi studenţii din anul V avînd proiecte de diplomă din domeniul sculelor aşchietoare.

Folosindu-se tot o grupă de studii neselectată, s-au formulat 3 teme de creaţie:

- Un nou tip de freză Romascon cu plăcuţe brazate pentru roto-frezarea convenţională a arborilor, care să elimine dezavantajul frezelor Romascon de serie şi altor scule similare, de a produce deformaţii sub formă de concavităţi sau convexităţi ale cilindrilor prelucraţi.
- Un nou tip de freză Romascon cu plăcuţe fixate mecanic direct de corp, care să nu producă abateri de la cilindricitate la rotofrezarea arborilor.
- Un nou tip de freză frontală cu plăcuţe fixate mecanic direct de corp, cu ascuţire continuă mai comodă decît la soluţiile existente.

Şi în acest caz, conducătorul grupului avea desenele de principiu pentru noile soluţii, studenţii realizîndu-le însă independent şi devenind coautori. De remarcat că în rezolvarea primei teme, studentul Chibac Vasile din anul V TCM a ajuns nu numai la soluţia de bază a conducătorului de proiect, ci a şi îmbunătăţit-o substanţial, devenind în mod firesc autorul principal în cadrul grupului de creaţie mixt studenţi - cadre didactice.

Ansamblul de măsuri privind dezvoltarea creaţiei tehnice la studenţi a condus la unele creşteri substanţiale de înregistrări la Oficiul de Stat pentru Invenţii şi Mărci ale studenţilor Facultăţii de mecanică din Iaşi. Numai la compartimentul de scule aşchietoare, peste 500 de studenţi au obţinut odată cu diploma de inginer şi certificatul de inventator. De la un singur student inventator în anul 1966, „producţia" de studenţi-inventatori a Facultăţii de mecanică a crescut în 1981-1985 la peste 130 inventatori (diagrama din fig.8.1).

Majoritatea studenţilor care au devenit inventatori încă de pe băncile facultăţii au confirmat capacitatea creatoare ca ingineri în întreprinderile industriale sau în institutele de cercetare şi învăţămînt în care activează; pot fi citaţi în acest sens inginerul Ştefan Ungureanu, primul inventator independent student din România, care a obţinut brevetul în 1966 pentru un dispozitiv pentru oprirea instantanee a procesului de frezare, autor ulterior a încă 5 invenţii, şeful de lucrări dr. ing. Mihai Severincu avînd astăzi la activ peste 28 de invenţii, asistentul Mircea Mihailide autor a 26 invenţii, inginerul Mircea Ianişevschi - asistent, autor a 7 invenţii în timpul facultăţii, dintre care 3 personale, a realizat în primul an de stagiatură la I.M. Roman alte 6 invenţii. Un adevărat record îl deţine Silviu Oprinca autor pe băncile facultăţii a nu mai puţin de 22 invenţii.

Se poate menţiona că din cele cca. 250 invenţii înregistrate anual de către Institutul Politehnic din Iaşi, în medie 80 aparţin cadrelor didactice, studenţilor şi tehnicienilor Facultăţii de mecanică, în cadrul căreia se realizează an de an una din cele mai mari densităţi de înregistrări din ţară (1,5-2% din invenţiile româneşti).

8.1.2. *Cursurile postuniversitare de inventică*

Rolul unor cursuri postuniversitare de creaţie tehnică este de a compensa, în primul rînd, unele lipsuri în ceea ce priveşte pregătirea pentru creaţie în facultăţile tehnice şi de a atrage în activitatea de concepţie un număr mare de ingineri talentaţi.

Considerăm însă că în etapa actuală rolul de bază în pregătirea pentru creaţie a inginerilor trebuie să-l aibă învăţămîntul tehnic superior, atît prin restructurarea cursurilor universitare de specialitate în sens creativ, cît şi prin introducerea, aşa cum s-a realizat deja în unele ţări înalt dezvoltate industrial, a unor cursuri de proiectare creativă în ultimul semestru de studii a anului IV. Indiferent cum este denumit un asemenea curs de sinteză - bazele proiectării creative, proiectarea inginerească (Engineering Design), ingineria valorii, sinteza creativă în construcţia de maşini etc. - acesta trebuie predat în facultate, nu ca un curs facultativ, ci ca unul obligatoriu, integrat planului de învăţămînt, întrucît creaţia pentru un adevărat inginer nu poate reprezenta o activitate facultativă. Acest deziderat a şi fost realizat la Institutul Politehnic Iaşi, unde la toate cele 50 de secţii de specializare se predă cursul de inventică. Şcoala de inventică postuniversitară ieşană, organizată de Comisia judeţeană a inginerilor şi tehnicienilor, şi-a început cursurile în anul 1968, avînd ca profesori personalităţi recunoscute din domeniul psihologiei creaţiei (acad. Vasile Pavelcu, prof. dr. A. Cosmovici), a psihosociologiei creaţiei (prof. dr. Ilie Dodea, dr. Ana Stoica), a ingineriei valorii (conf. dr. ing. Costache Rusu), al specificului inventicii în domeniul electrotehnic (prof. dr. ing. Mihai Antoniu), al chimiei industriale

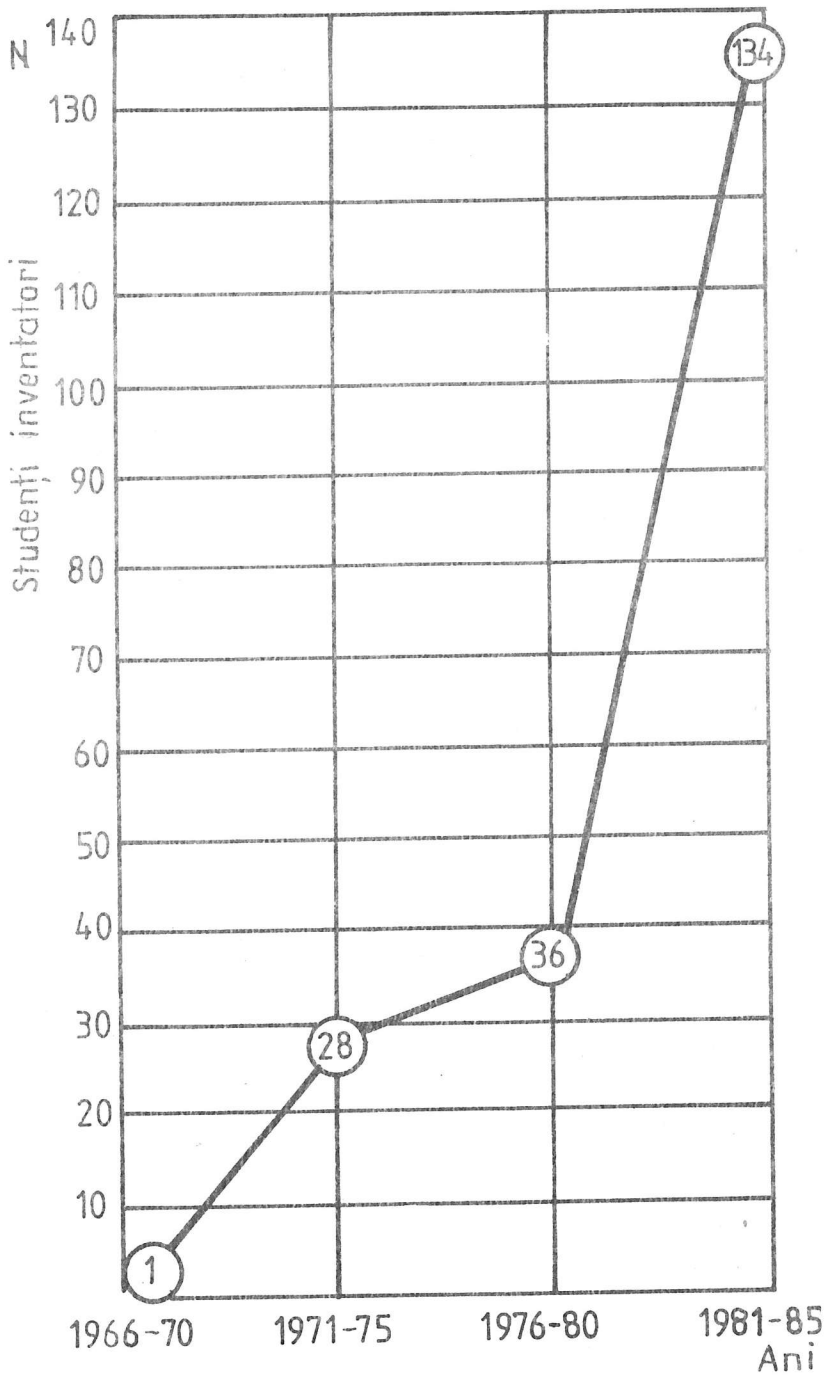

N
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Studenți inventatori
134
36
28
1
1966-70
1971-75
1976-80
1981-85
Ani

Figura 8.1

(prof. ing. Ion Curievici), al construcţiilor (prof. dr. ing. C. Leonte), al industriei textile (prof. dr. ing. Ioan Vlad) etc.

Planul de învăţământ în vigoare în anul 1989 prevedea următoarele cursuri: Bazele psihognoseologice ale inventicii, Bazele psihosociologice ale inventicii, Bazele logice-combinatorice ale inventicii, Metodele şi tehnicile psihologice de creaţie, Metodele şi tehnicile logice de creaţie, Bazele proiectării creative, Legislaţia în domeniul invenţiilor şi tehnica redactării descrierilor de invenţii şi Specificul inventicii în domenii reprezentative şi analize de cazuri.

Programul cadru al disciplinei de *Bazele psihognoseologice ale inventicii* cuprinde elemente de anatomia şi fiziologia creierului, structura intelectului uman, gîndirea convergentă şi gîndirea divergentă, creativitatea - latură a inteligenţei, structurile euristice fundamentale, componentele gîndirii tehnice şi unitatea dintre gîndirea logică, afectivă şi practică a inventatorilor, etapele în invenţia spontană şi cea stimulată şi obstacolele în calea creaţiei tehnice.

În programul cadru al disciplinei de Bazele psihosociologice ale inventicii sînt prevăzute capitole referitoare la problematica grupului creativ, la factorii sociali şi procesul inventiv, la locul creativităţii în dezvoltarea societăţii.

În cadrul disciplinei de *Bazele logice combinatorice ale inventicii* se predau capitole referitoare la tehnicile de cercetare morfologică prin matrici de idei, secvenţial selective, ponderate selective prin divizare pe submorfologii, prin enumerare ordonată (lexicografică), prin avansare aleatoare, prin asemănare, prin diagrame de idei şi prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice.

La disciplina de Metode şi tehnici psihologice de creaţie se prezintă tehnicile de asociere-consonanţă, analogie şi extrapolare, inversie, empatie, combinare, input-output, precum şi metodele de bază - brainstormingul şi sinectica.

În programul cadru al disciplinei de *Metode şi tehnici logice de creaţie* sînt prevăzute capitole referitoare la informarea şi sinteza critică a informaţiilor, la metoda matricilor morfologice Zwicky Moles şi la metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice.

La disciplina de *Bazele proiectării creative* se prezintă fluxurile proiectării reproductive şi a celei creative şi etapele inventicii ca etape fundamentale ale proiectării creative.

În cadrul disciplinei de legislaţie în domeniul invenţiilor şi tehnica redactării descrierilor de invenţii se prezintă capitolele referitoare la reglementări şi organisme internaţionale privind proprietatea industrială, legislaţia românească privind invenţiile, reglementările privind implementarea industrială a invenţiilor şi normele privind redactarea descrierilor de invenţii.

După cum se constată, prezenta lucrare acoperă aproape în întregime disciplinele predate la Şcoala judeţeană postuniversitară de inventică.

Cursurile au o durată de 6 săptămîni cu cîte 2 şedinţe săptămînale a cîte 3 ore, totalizînd un număr de 36 ore de curs.

După absolvirea cursurilor, fiecare participant primeşte spre rezolvare o temă de creaţie individuală sau o temă de creaţie în grup, dacă sînt mai mulţi absolvenţi din aceeaşi unitate industrială. Participarea la creaţie individuală sau în grup se lasă la libera

alegere a cursanţilor. Se pot omologa, de asemenea, drept teme de creaţie, temele propuse de cursanţi.

Diploma de absolvire a şcolii de inventică se eliberează după ce absolventul rezolvă o temă concretă şi se obţine pentru aceasta o caracterizare de invenţie din partea Oficiului de Stat pentru Invenţii şi Mărci.

Pentru rezolvarea şi implementarea temei în industrie, fiecărui absolvent i se asigură asistenţa tehnico-ştiinţifică de către profesorul universitar care a ţinut cursul de închidere a şcolii de inventică, curs destinat specificului inventicii în diferitele domenii ale tehnicii (construcţii de maşini, electrotehnică-electronică-automatizări, construcţii civile şi industriale, chimie industrială, industrie textilă etc.). În acest scop sînt asigurate săptămînal ore de consultaţii.

Şcoala postuniversitară judeţeană de inventică ajunsă la cea de a XV-a ediţie, este absolvită anual de 80-100 de ingineri din industria ieşeană, dintre care o bună parte au devenit inventatori eficienţi - cei care au dus Iaşul pe un loc de frunte în ceea ce priveşte densitatea creaţiei tehnice din România; practic din fiecare 10 invenţii româneşti, una aparţine inventatorilor ieşeni.

8.2. Teoria dezvoltării personalităţii creatoare

Aşa cum s-a arătat mai înainte, dezvoltarea personaltăţii creatoare sau ingineria creativităţii are drept obiectiv de bază, transformarea obstacolelor, din cauze interne frenatoare, în cauze interne acceleratoare ale proceselor creative, dar totodată şi capacitatea de a evita, diminua, ocoli sau elimina obstacolele externe.

Încercările de a pune bazele unei teorii a dezvoltării personalităţii creatoare, datînd încă din anii 50 ai secolului nostru, s-au concretizat de către şcoala de inventică a lui H. Altşuler abia în 1985, cînd s-a structurat nucleul teoriei *„Strategia vieţii personalităţii creatoare"* care reflectă „mutările" (demersurile şi procedurile) omului, în lupta sa cu condiţiile interne şi externe frenatoare.

Folosind strategia personală inductivă, pornind de la rezultatele structurării unor personalităţi creatoare, H. Altşuler [8] a analizat sute de biografii de creatori cunoscuţi (eurigrame de personalităţi creative [9], [10]).

Strategia vieţii personalităţii creatoare, în prima sa variantă ($SVPC_1$) a fost îmbunătăţită în 1986 printr-o a doua variantă ($SVPC_2$), iar cea de a treia variantă perfecţionată ($SVPC_3$) în 1988 a stat la baza elaborării unui prim manual practic privind dezvoltarea personalităţii creatoare, publicat în 2 volume la Chişinău, în 1990 [8].

Primul volum se adresează studenţilor în inventică, doritori să-şi perfecţioneze personalitatea creativă iar cel de al doilea, profesorilor în ingineria creativităţii utilizabil însă şi de către studenţi după absolvirea cursurilor, ca mijloc de autoperfecţionare.

Noua disciplină ştiinţifică este în plină dezvoltare şi structurare. H. Altşuler consideră pe bună dreptate că una din principalele direcţii de dezvoltare o constituie elaborarea unui *„fond general de scopuri superioare"*.

Dar structurarea unei personalităţi creatoare reprezintă un obiectiv educaţional-strategic şi vizează în primul rînd diminuarea sau eliminarea completă a obstacolelor de

ordin educaţional (paragraful 7.1.3) şi chiar transformarea acestora din cauze interne frenatoare în cauze interne acceleratoare, activitate de durată şi deosebit de complexă.

Tabelul 8.1

DIAGRAMA JOCULUI MEDIU - PERSONALITATE CREATOARE

MUTĂRILE MEDIULUI (M)		MUTĂRILE PERSONALITĂŢII CREATIVE (PC)	
MUTĂRI DE BAZĂ (a)	MUTĂRI DE SUSŢINERE (b)	MUTĂRI DE BAZĂ (c)	MUTĂRI DE PROTECŢIE (DE ÎNTÎMPINARE) (d)
	DESCHIDERE		
VECTORUL ACŢIUNILOR M FORŢAREA OMULUI DE A SE OCUPA DE SCOPUL *A* NECESAR MEDIULUI *M* IMPRIMÎNDU-I O SPECIALIZARE FUNCŢIONALĂ ÎNGUSTĂ ŞI A UNOR NECESITĂŢI VALORICE ASUPRA CĂRORA DEŢINE MONOPOLUL		*VECTORUL ACŢIUNILOR PC* ALEGEREA UNUI SCOP SUPERIOR *B*, INDEPENDENT DE *M* ŞI ASUMAREA DREPTULUI DE A LUPTA PENTRU ATINGEREA ACESTUIA. SE SUBÎNŢELEGE CĂ SCOPUL *B* ARE PROPORŢII SUPERIOARE SCOPULUI *A*	
	PARTEA I		
CONFLICTUL PRINCIPAL Mediul *M* educă o comportare convenţională „normală", - dirijabilă: „Fă ca toţi ceilalţi, mergi pe drumuri bătute - aceasta este necesar, onorabil, convenabil. Nu merge pe un drum eretic - aceasta este rău, este împotriva tuturor, este periculos". Dar pentru a deveni o personalitate creatoare, omului îi este necesar *un nou scop, superior*, altfel el nu va deveni o personalitate creatoare. Probabilitatea întîlnirii noului scop superior creşte, dacă omul bine instruit este deprins cu o gîndire independentă şi nu îi este frică să se abată faţă de un comportament			

Aşa cum arată H. Altşuler şi I. Vertkin, un bun profesor de inventică poate în 100-200 ore să-i înveţe pe studenţi (în proporţie de 50-70%) cum se rezolvă problemele de creaţie, dar numai 1-2% din ei vor deveni adevărate personalităţi creatoare; este mult mai uşor să instruieşti şi este mult mai greu să educi [8].

Pe lîngă o teorie generală a rezolvării problemelor de creaţie tehnică (inventică) este necesară o *teorie generală a structurării personalităţii creative în tehnică (ingineria creativităţii)*. Prima urmăreşte obiective tactice în timp ce cea de a doua urmăreşte

Tabelul 8.1 (continuare)

MUTĂRILE MEDIULUI (M)		MUTĂRILE PERSONALITĂŢII CREATIVE (PC)	
MUTĂRI DE BAZĂ (a)	MUTĂRI DE SUSŢINERE (b)	MUTĂRI DE BAZĂ (c)	MUTĂRI DE PROTECŢIE (DE ÎNTÎMPINARE) (d)
1.a. Educaţia standard preşcolară şi şcolară nu este creativă, este necorespunzătoare şi tendenţioasă. Sînt folosite şcolile de stat obligatorii cu profesori, cu manuale, programe şi stereotipuri impuse.	1.b. Neadmiterea sau admiterea privilegiată în şcolile cu un nivel ridicat de învăţămînt.	1.c. Educaţie şi instrucţie creativă, îndreptată spre dezvoltarea personalităţii, cu ajutorul părinţilor, a unui profesor găsit din întîmplare, a cărţilor, a frecventării intensive a bibliotecilor	1.d. Debut precoce a studiului individual. Cunoştinţa cu o multitudine de poveşti (poveştile ca exerciţiu pentru imaginaţia creatoare).
Observaţie la 1.a. Concepţia de bază a unei şcoli necorespunzătoare: pregătirea unor elevi în direcţia *memorizării* materialelor. Într-o şcoală bună se pregătesc elevi care să înţeleagă materialele şi să *poată opera* cu acestea. Numai unii profesori pot să pregătească elevi care să elaboreze materiale (cunoştinţe) noi. Pentru personalitatea creatoare ar trebui şcoli cu astfel de profesori, dar din păcate astfel de superşcoli deocamdată nu există.			

obiective majore - strategice.

Cartea lui H. Altşuler şi I. Vertkin este prezentată sub forma unui joc comentat şi exemplificat, în care cu albele joacă mediul - condiţiile externe, iar cu negrele personalitatea creatoare.

Autorii consideră că mediul efectuează două categorii de mutări - mutări de bază şi mutări de susţinere (întărire) - iar personalitatea creatoare, de asemenea, două categorii - mutări de bază şi mutări de protecţie (de evitare). Din modul în care acestea sînt ilustate în diagrama partidei cu 88 mutări (care ocupă practic în întregime primul volum al

lucrării [8]) studentul face cunoştinţă cu modul concret în care îi apar obstacolele educaţionale din partea mediului şi cum poţ fi acestea eliminate sau atenuate prin precizarea obiectivului strategic al structurării personalităţii sale creative şi prin deprinderi şi trăsături de personalitate creativă.

Pentru a înţelege ideea autorilor, în tabelul 8.1 se prezintă structura diagramei jocului şi debutul (prima mutare), comentat şi ilustrat cu exemple [8].

Partida ilustrează, în ansamblu, conflictul dintre creator şi mediul socio-economico-cultural şi modalităţile prin care inventatorul, căpătînd trăsăturile unui adevărat creator, devine capabil de a transforma condiţiile externe frenatoare în condiţii acceleratoare.

Necesitatea structurării şi dezvoltării ingineriei creativităţii [8] rezidă în trei cauze de bază:

1. Indiferent de voinţa noastră, „ereticii" tehnicii apar şi vor apărea: strategia creativităţii îi va ajuta să elimine obstacolele (educaţionale şi de personalitate).

2. Ingineria creativităţii poate atrage în sfera creaţiei tehnice din ce în ce mai mulţi oameni - fapt deosebit de important pentru dezvoltarea omenirii.

3. Cu cît mai mulţi oameni din afara sferei creativităţii vor înţelege importanţa acesteia, cu atît mai bine.

BIBLIOGRAFIE

1. Thring M.W. - *A preda inventica*. În revista Construcţia de maşini.
2. Stoica Ana - *Creativitatea elevilor*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1983.
3. Skiner B.F. - *Revoluţia ştiinţifică a învăţămîntului*, Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1971, p.156.
4. Roşca Al. - *La développment de la flexibilité de la penseé dans le processus d'enseignement XVe Congrès International de Psychologie Appliquée*, Lyublijana, 1964, p.12.
5. Belous V. - *O structură tip pentru unităţile de integrare a învăţămîntului tehnic superior cu cercetarea, proiectarea şi producţia, în domeniul construcţiilor de maşini*. Volumul Învăţămînt-cercetare-producţie. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1980, pp.81-84.
6. Belous V., Jaba E., Mărdăşescu R., Mărgineanu E., Miron Al., Nejneru C.,Pavel V., Skejna Nader - *Freză frontală cu dinţi demontabili cu ascuţire continuă pentru prelucrarea melcilor*. Brevet RSR nr.78351.
7. Belous V., Szylagy I., Sacaliuc I., Vele I., Voinea D., Zamfir D., Najadwi Sami - *Freză disc profilată cu ascuţire continuă*. Brevet RSR 78350.
8. Altşuler A., Vertkin I. - *Rabaceia cniga po teorii razvitia tvorceskoi licinosti*. Chişinău, Cartea moldovenească, 1990.
9. Moraru I. - *Analiza euristică şi epistemologică asupra procesului de elaborare a teoriei sonicităţii*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de Inventică, Iaşi, 1986, pp.77-85.
10. Moraru I., Dumitriu D., - *Aspecte ale cercetării şi creaţiei ştiinţifice-tehnice prin metoda eurigramelor*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de Inventică, Iaşi, 1986, pp.85-88.

CAPITOLUL 9

BAZELE PSIHOSOCIOCULTURALE ALE CREAŢIEI TEHNICE

Inventatorul nu trăieşte izolat, ci este integrat într-un sistem sociocultural, materializat de organizaţia industrial-economică a cărei salariat este, iar activitatea sa este interferată cu activitatea întreprinderii în ansamblu, dar şi cu cea a grupelor specializate constituente ale acesteia, aşa cum rezultă din schematizarea din figura 9.1 aparţinînd experţilor canadieni J. Schietère şi P. Turcotte [1].

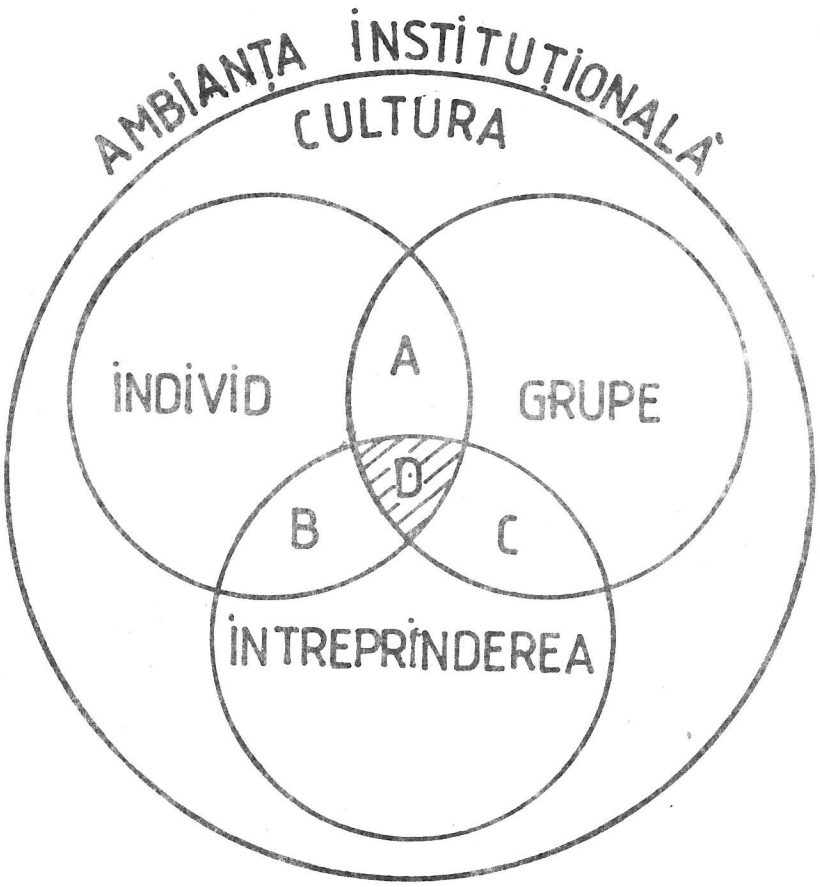


Figura 9.1

9.1. Componentele sistemului creativ

Ansamblul părților constitutive ale sistemului creativ, inventator-grupe-întreprindere-ambianța instituțională, trebuie să reprezinte un sistem cu un înalt grad de compatibilitate, de complementaritate, de consonanță, tinzînd spre rezonanță, pentru a se asigura un înalt nivel creativ de ansamblu. „Fiecare din subsistemele componente, personologice, de relații interpersonale, social și cultural, trebuie să fie deschis spre vecinătățile interne (alte subsisteme) și spre vecinătățile externe. Această deschidere generează conflicte permanente în sînul și la frontierele fiecărui subsistem. Creativitatea desfășurînd-se ca un proiect de schimbare a ordinii, conflictul permanent între proiectul creativ și ordinea existentă necesită existența unui sistem de integrare care să permită materializarea creației. Întreprindere creativă va fi aceea unde există o îmbinare dinamică a interconexiunilor între cele patru subsisteme reprezentate de individ, grupuri, organizație și ambianță instituțională [1].

Dacă ne referim la diagrama din figura 9.1, zona A reprezintă interferența dintre individ și grupă și corespunde domeniului de maximă eficiență creativă a sistemului de relații interpersonale. Zona B de interferență dintre subsistemul individ și subsistemul organizației industrial-economice reprezintă zona eficientă în care contribuția psihotehnicienilor în căutarea și selecția rațională a indivizilor avînd un potențial creator superior este maximă. Zona de intersecție C între grupe și organizație evocă apropierea de organizarea modernă și folosirea unor strategii eficiente de dezvoltare.

Zona D integrează ansamblul subsistemelor și poate fi considerată ca zonă de maximă eficiență creativă - o zonă de *„transcreativitate"*.

Ca în toate sistemele, fiecare element constituent al sistemului transcreativ posedă proprietăți specifice și proprietăți care depind de locul pe care îl ocupă în ansamblu. O strategie eficientă a dezvoltării sistemelor inventator-grupe-întreprindere-sistemul socio-cultural presupune amplificarea zonei D de transcreativitate și ca atare, în vederea eficientizării osmozei favorabile, a interconexiunii pozitive dintre subsisteme, este necesară cunoașterea acestora sub aspectul valențelor reciproce.

9.2. Subsistemul personologic al inventatorului

Schietère și Turcotte consideră, pe bună dreptate, că sursele de informare ale inventatorului se localizează în *inconștient*, preconștient, conștient și mediu. Între aceste surse există o permanentă circulație de informații, corespunzînd schematizării din figura 9.2, care reprezintă nivelele sistemului personologic al inventatorului.

Inconștientul reprezintă originea tendințelor *„actualizate"* avînd la bază necesitățile afective, creative și comprehensive refulate ca urmare a unor frustrații repetate, necesități care continuă să existe sub formă potențială și pot fi readuse la nivelul conștientului dacă interdicțiile inhibante-refulante au fost eliminate.

Pentru ca aceste tendințe să ajungă la nivelul preconștientului pulsator apropiat, ele trebuie să treacă de cenzura eului subconștient, a cărei permabilitate crește cu diminuarea sau eliminarea cauzelor externe refulante.

Figura 9.2

Preconştientizîndu-se aceste necesităţi pulsatoare, nu aşteaptă decît un semnal care să le permită să treacă la nivelul conştientului, traducîndu-se în acte de creaţie concrete ale inventatorului.

Un filtru important funcţionează şi pentru informaţiile din mediul exterior, sub forma sistemului a percepţiei senzorial-emoţional-intelectuale; inventatorul percepe din afară numai senzaţiile, emoţiile sau cunoştinţele care vibrează la unison cu ceea ce este deja stocat, rolul filtrului jucîndu-i *consonanţa* şi forma sa superioară - *rezonanţa*.

Două calităţi trebuie să-şi dezvolte în mod special inventatorul; în primul rînd, *sponaneitatea*, care favorizează eliberarea energiilor inconştientului cu minim de remanieri determinate de cenzura subconştientului, iar, în al doilea rînd, *sensibilitatea*, care permite înregistrarea informaţiilor din exterior cu minim de deformaţii şi de

codificare. Inventatorul trebuie nu numai să reducă realitatea, dar chiar s-o şi amplifice, „să vadă cu urechile, să simtă cu gura, să asculte cu abdomenul, să audă formele şi să vorbească cu întregul său corp" [1], [2].

Ca atare, creativitatea inventatorului presupune aptitudinea sa de a folosi simultan pulsaţiile sale interne şi realitatea externă, aptitudine care poate fi dezvoltată substanţial într-un singur mod eficient - practicarea îndelungată a inventicii.

Ca revoluţionar al tehnicii însă, inventatorul percepe realitatea tehnică ca nesatisfăcătoare, plină de lipsuri şi de contradicţii şi în consecinţă, se serveşte de capacităţile creative proprii pentru a o schimba.

Din punctul de vedere psihosocial, mecanismul creativ al inventatorului poate fi reprezentat grafic în conformitate cu modelul Schietère-Turcotte [1] (fig.9.3).

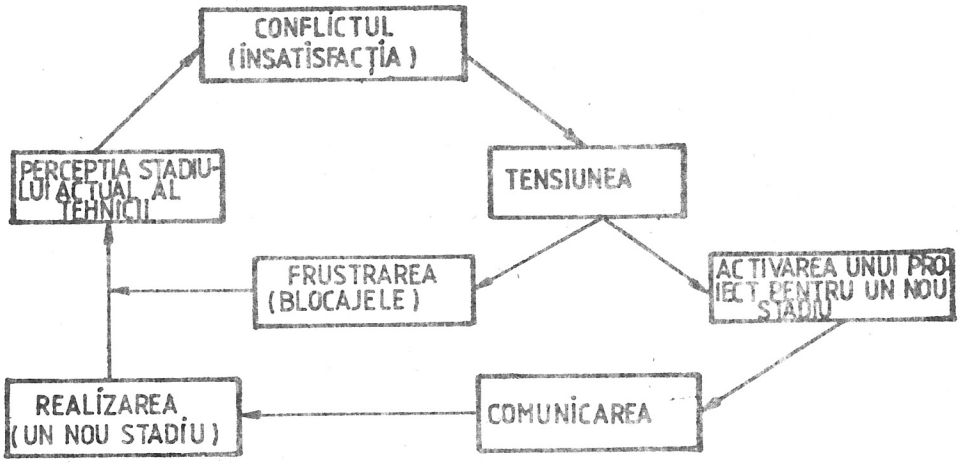


Figura 9.3

Toţi inventatorii au o tendinţă creativă *„actualizată"* care reprezintă sursa principală de energie, iar atunci cînd această energie nu este cheltuită şi este refulată, eul devine tensionat - dezechilibrat, energia intelectuală neutilizată transformîndu-se în frustraţie. Sub aspect psihosocial creativitatea poate fi deci definită ca o „activare eficientă şi comunicare a proiectelor conştiente sau inconştiente de restructurare a unei ordini percepute" [1].

9.3. Subsistemul sociocultural

În întreprinderile industriale, perceperea unei ordine necesar a fi schimbate şi generarea actelor creatoare corespunzătoare se exercită în raport cu mediul sociocultural. Necesitatea elaborării unor proiecte creative nu este determinată numai de dorinţele personale ale inventatorilor, ci depind în egală măsură de mecanismele culturale care generează sistemele de valori în vigoare în întreprindere. Stimulii externi, provenind din mediul sociocultural, se vor regăsi sau nu la nivelul conştientului, funcţie de valorile şi ideologiile interiorizate ale membrilor întreprinderii industrial-economice. Marile invenţii au fost în marea majoritate a cazurilor rezultatul întîlnirii - confluenţei dintre semnalul emanat de mediul sociocultural şi sistemul de valori creative ale întreprinderii şi ale inventatorilor individuali.

Sistemul socicultural reprezintă nivelul ierarhic cel mai ridicat de determinare a creativităţii în întreprinderi, întrucît el defineşte instituţiile însărcinate cu deschiderea sistemului creativ spre exterior şi pe cele cărora le este recunoscută puterea de a schimba sau a sugera schimbări tehnologice [1].

Pentru ca sistemul să-şi amplifice proprietăţile creative, este necesar ca atît inventatorul, cît şi grupele şi întreprinderea să dea dovadă şi de anomicitate; adeziunea inventatorului faţă de problemele ridicate de grupe şi întreprindere, precum şi a întreprinderii faţă de comandamentele mediului socioeconomico-cultural, concomitent cu refuzul de a le rezolva tradiţional-banal.

9.4. Subsistemul organizaţional

Subsistemul organizaţional defineşte ierarhia rolurilor în întreprindere, atribuind roluri creative numai anumitor departamente sau servicii specializate şi veghind asupra respectării normelor definite prin sistemul cultural. Ori, pentru promovarea creativităţii este necesar liberul acces la informaţii şi transformarea relaţiilor în relaţii de schimb în locul celor de dependenţă. Iată din ce cauză, de multe ori, acţiunile creative ale inventatorului se desfăşoară noaptea, acasă, în afara tuturor normelor organizaţinale sau de familie.

9.5. Subsistemul relaţional

După Schietère şi Turcotte [1] relaţiile interne din întreprindere trebuie să fie atît *tranzitive* cît şi *confirmante*; *tranzitive*, întrucît lipsa informaţiilor reduce coeziunea, iar aceasta nu se poate asigura prin identificarea sau respectul normelor de constrîngere şi *confirmante*, întrucît orice act impus este ameninţător pentru membrii organizaţiei şi va fi trăit, simultan, ca o anxietate persecutivă, în special dacă este încurajată competiţia între indivizi sau între grupe şi ca o anxietate depresivă - a pierderii sau distrugerii obiectului creat. Pentru compensarea neliniştii este necesară existenţa unui sistem relaţional cooperant.

9.6. Modelul organizaţiei creative

Acest model a fost conceput [1] ca un model circular (fig. 9.4) reprezentînd legătura dintre proiectul creativ (de schimbare a ordinii) W, activare Y, transformare Z şi translucidităţea întreprinderii X.

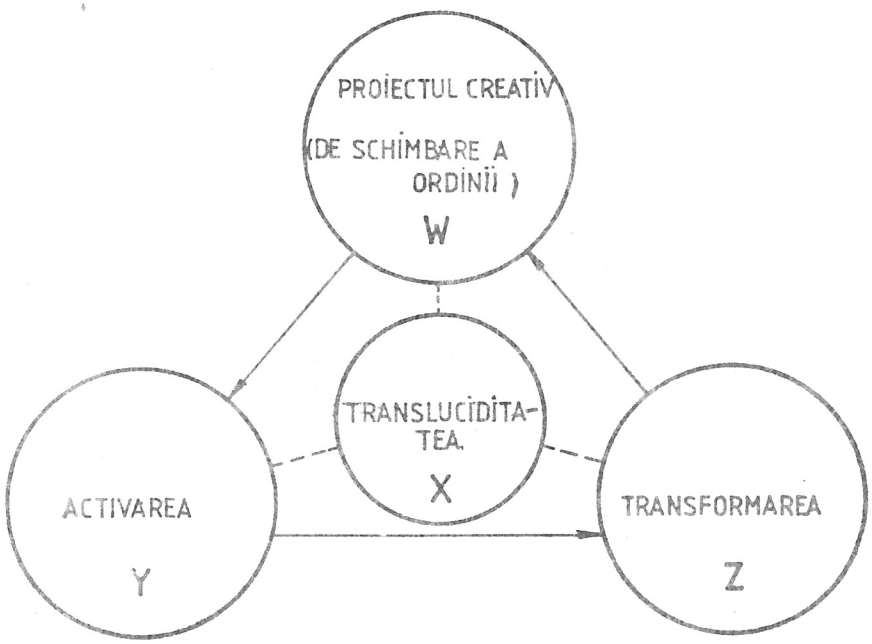


Figura 9.4

Pentru ca proiectul să poată fi activat (legătura W-Y) este necesară, pe de o parte, o oarecare toleranţă faţă de conflicte şi dependenţă minimă a inventatorului faţă de organizaţie, precum şi un acces liber la informaţii ca urmare a deschiderii interne şi externe cumulate într-o calitate globală a întreprinderii pe care Schietère şi Turcotte o denumesc *translucidităţe* (nivelul X).

Această calitate poate fi amplificată şi prin supleţea controlului (legătura X-Y) şi prin atribuirea rezultatelor creaţiei mai mult grupelor decît individului.

Pentru ca proiectele de transformare să nu fie refulate în inconştient, ele trebuie activate, (legătura W-Y), operaţie pentru care sînt necesare următoarele:

- inventatorul să şimtă că are un oarecare potenţial de a schimba tehnica (ordinea), că are o oarecare putere în cadrul întreprinderii;
- că există o transversalitate care să permită o distribuţie alternată a puterii de creaţie;

- un anumit grad de anomicitate;

- o flexibilitate a rolurilor, mai mult funcţie de competenţă decît funcţie de statut, reducîndu-se conflictele dintre identitate şi rolul convenţional.

Procesul creativ conduce, de asemenea, la o *transformare* a conflictului latent cu tehnica actuală într-un conflict deschis. O adeziune excesivă la idealul întreprinderii suprimă orice conflict, dar, în acelaşi timp, limitează toate posibilităţile de transformare, existînd o legătură invers proporţională între acceptarea transformării şi adeziunea la ideologia întreprinderii (relaţia Z-W).

De aici rezultă şi contradicţia dintre cele două dorinţe ale inventatorului:

- dorinţa de a nu pierde protecţia pe care i-o oferă structura întreprinderii şi conducerea acesteia;

- dorinţa de a-şi elibera gîndirea şi acţiunile creative.

Dar şi conducerea întreprinderii ajunge la un impas similar - la două dorinţe contradictorii:

- dorinţa de a-şi păstra puterea şi iniţiativa tuturor actelor de schimbare;

- dorinţa de a intensifica forţa creativă de ansamblu a întreprinderii în vederea supravieţuirii şi prosperării.

Cu toate că cercetările şi concluziile la Schietère şi Turcotte se referă la organizaţiile industrial-economice capitaliste, problemele de ordin psihosociocultural analizate rămîn practic aceleaşi şi în cadrul întreprinderilor de stat, acţiunile de bază preconizate fiind aplicabile în orice întreprindere, în special organizarea *celulelor de creativitate şi stimulare a creativităţii de grup*.

La aceleşi concluzii ajunge şi Mihaela Roco [3], [4] studiind problema creativităţii individuale şi de grup şi cea a stimulării creativităţii tehnico-ştiinţifice pentru condiţiile specifice unei economii de stat. Cercetîndu-se motivaţia şi atitudinile inventatorilor, s-au pus în evidenţă o serie de factori care blochează creativitatea şi la nivelul colectivelor de muncă [5], pe baza cărora, prin investigaţii experimentale privind colectivele de muncă înalt şi slab creatoare [6], [7] s-au depistat factorii inhibitori şi favorizanţi ai creativităţii de grup.

Pe această bază, s-a elaborat un program de stimulare a creativităţii, avînd ca structura fundamentală, *grupul creativ adaptat* [3], model elaborat în concordanţă cu cerinţele şi condiţiile existente în România în etapa actuală.

În amplele sale cercetări, Mihaela Roco a studiat şi stabilit următoarele:

- nivelul variabilelor potenţialului creativ individual, precum şi ierarhia acestora în cadrul personalităţii creatoare;

- raportul dintre variabilele personalităţii creatoare şi cele referitoare la contextul psihosocial imediat (colectivul de muncă);

- interacţiunea dintre variabilele individuale şi cele de grup ale creativităţii.

Programul de stimulare a creativităţii preconizat pe această bază cuprinde trei etape:

- *etapa orientativă*, avînd drept scop fundamental cunoaşterea particularităţilor activităţii profesionale inovative şi a contextului organizaţional şi psihosocial;

- *etapa explorativ-investigatorie*, în care sînt investigaţi factorii intelectuali, atitudinali şi relaţionali ai creativităţii individuale, în vederea relevării direcţiilor în care este necesar antrenamentul creativ; determinarea pe cale experimentală a factorilor de

climat psihosocial, a celor organizaţionali şi de conducere care diminuează performanţele creatoare la nivel de colectiv sau echipă de muncă;

- *etapa de antrenament creativ*, cuprinzînd o subetapă de iniţiere a specialiştilor în problematica şi tehnologia creativităţii şi o subetapă de formare şi punere în funcţiune a grupelor creative, în scopul exersării metodelor de creativitate, rezolvării creatoare a problemelor profesionale şi instituirii unui climat şi stil de lucru creator [4].

După cum se constată din cele de mai sus, Mihaela Roco acţionează în special asupra conexiunilor inventator-colectiv de muncă, colectiv de muncă-întreprindere şi inventator-întreprindere.

Pe inventatorul în formare, precum şi pe inventatorul profesionist îl interesează în primul rînd optimizarea conexiunilor sale cu grupul productiv şi cu întreprinderea şi atenuarea sau înlăturarea obstacolelor din faţa desfăşurării procesului creativ propriu şi în faţa implementării rezultatelor, obstacole cu care a făcut cunoştinţă deja în capitolele precedente.

9.7. Strategia întreprinderii şi strategia inventatorului

Prosperitatea unei întreprinderi industriale, indiferent de tipul societăţii în care aceasta îşi desfăşoară activitatea, depinde în cea mai mare măsură de succesul produselor sale, materializat în volumul desfacerii şi cel al beneficiilor.

Din acest punct de vedere, produsele îşi au viaţa lor, se dezvoltă, ating apogeul beneficiilor şi desfacerii, după care efectele economice se diminuează substanţial şi trebuie să fie înlocuite prin produse modernizate (de cele mai multe ori printr-o intensă activitate de creaţie). Dar nu numai produsele trebuie supuse modernizării, ci şi tehnologiile de fabricaţie; uneori un produs vechi ieftinit brusc, ca urmare a unor noi tehnologii, poate aduce pentru o întreprindere efecte economice echivalente sau chiar mai substanţiale decît lansarea unui nou produs (dar şi această a doua variantă nu poate fi materializată decît tot prin creaţie tehnică). Aceste lucruri trebuie să le cunoască inventatorii şi să acţioneze ca atare.

Întreprinderile care nu înţeleg necesitatea înnoirii permanente a produselor şi tehnologiilor printr-o intensă activitate creativă, devin din ce în ce mai puţin eficiente, mai puţin rentabile şi ajung frecvent la faliment.

Produsele noi evoluează în timp prin parametrii economici de bază, volumul desfacerii şi mărimea beneficiilor - după un ciclu tipic (fig. 9.5).

După apariţia noului produs, producţia şi desfacerea acestuia cresc rapid, ating un maxim în punctul B, după care desfacerea scade rapid. Curba de variaţie a beneficiilor are aceeaşi alură cu cea a desfacerii, maximele fiind decalate în timp, punctul A de maxim al beneficiilor corespunzînd zonei de maximă înclinare-creştere a curbei desfacerii; scăderea beneficiilor se constată înainte de apariţia fenomenului de scădere a volumului desfacerii. Iată din ce cauză s-a schimbat şi strategia producţiei moderne, aceasta clădindu-se, nu ca în trecut, pe evoluţia desfacerii, ci pe baza evoluţiei beneficiilor. Trebuie, de asemenea, luat în consideraţie faptul că timpii specifici de pe curbele din fig.9.5 corespunzători lansării noului produs, creşterii rapide a desfacerii, a desfacerii

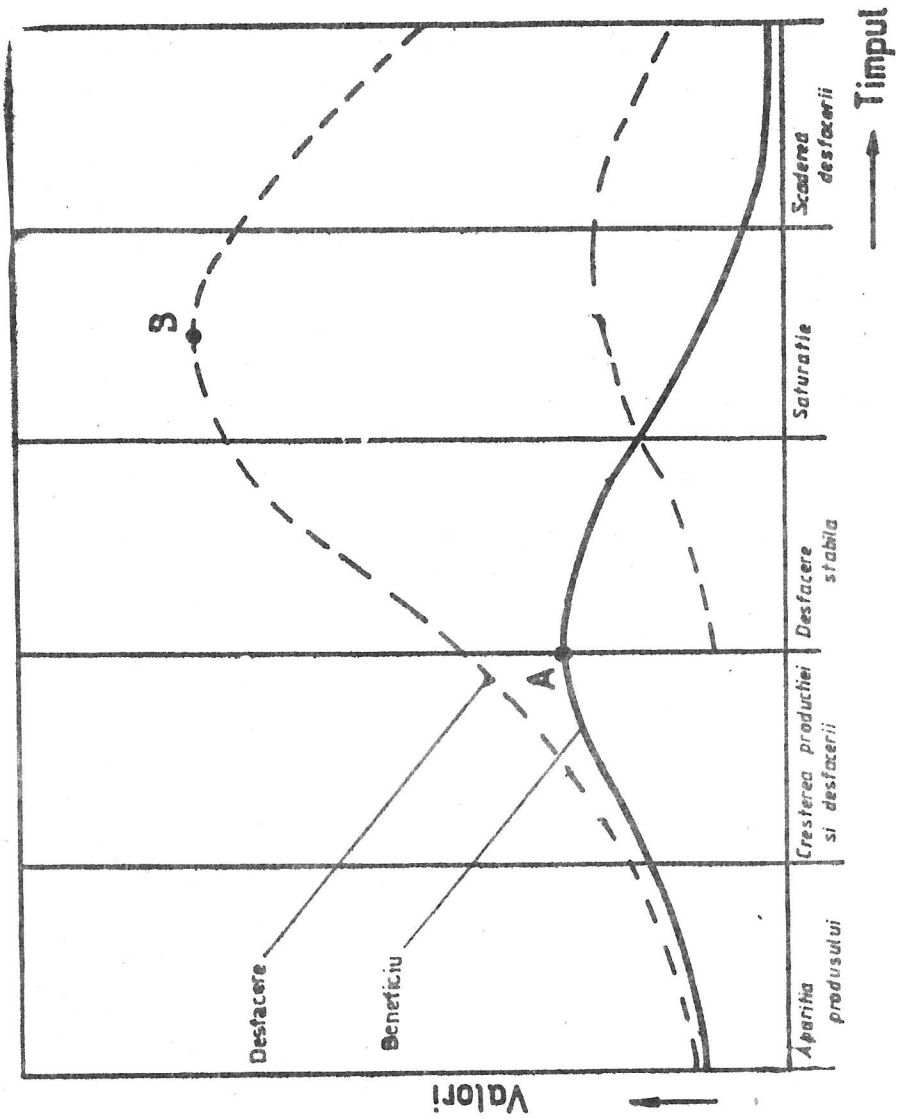

Timpul
Scaderea desfacerii
Saturatie
Desfacere stabila
Cresterea productiei si desfacerii
Aparitia produsului
A
B
Desfacere
Beneficiu
Valori

Figura 9.5

stabile, a saturației pieței și a scăderii desfacerii sînt mult mai reduși la bunurile de larg consum decît în cazul, de exemplu, al construcției de mașini grele.

Iată din ce cauză, căutările creative trebuie să înceapă din timp, cunoscut fiind faptul că pentru lansarea cu succes a unui nou produs de complexitate medie sînt necesare 50-60 idei, iar din 5 produse lansate, de regulă, unul singur reprezintă un adevărat succes economic.

Ideile sînt generate pe tot ciclul de dezvoltare a unui produs, dar numărul lor scade treptat. Din acest punct de vedere, admițînd că etapele de bază ale lansării unui produs ar fi [8], selecția ideilor, analiza fezabilității și desfacerii, realizarea, experimentarea și omologarea prototipului, prospectarea pieții, organizarea producției de serie, numărul de idei scade după curba din figura 9.6.

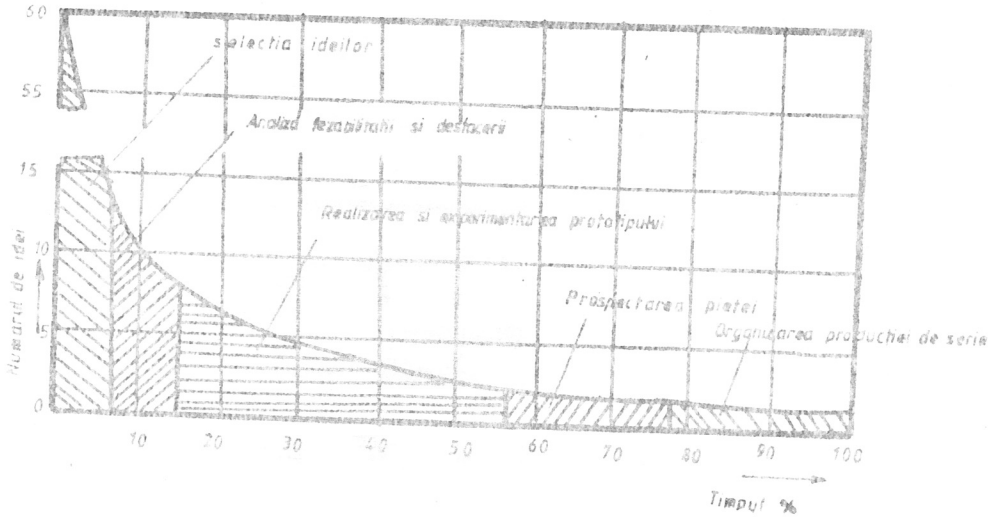


Figura 9.6

Cu cît numărul de idei și proiecte scade, cu atît deciziile novatoare devin mai dificile, întrucît cresc substanțial cheltuielile corespunzătoare fazei, în conformitate cu curba din figura 9.7.

Inventatorul trebuie să cunoască aceste lucruri, întrucît de strategia industrială depinde însăși optimizarea strategiei personale de creator. Inventatorul nu trebuie pur și simplu să creeze tehnic; el trebuie să creeze acolo și atunci cînd activitatea sa creatoare devine de maximă eficacitate tehnico-economică, atunci cînd produsele gîndirii sale - invențiile - sînt cerute de necesitățile concrete ale dezvoltării industrial-economice ale întreprinderii sau instituției în care își desfășoară activitatea.

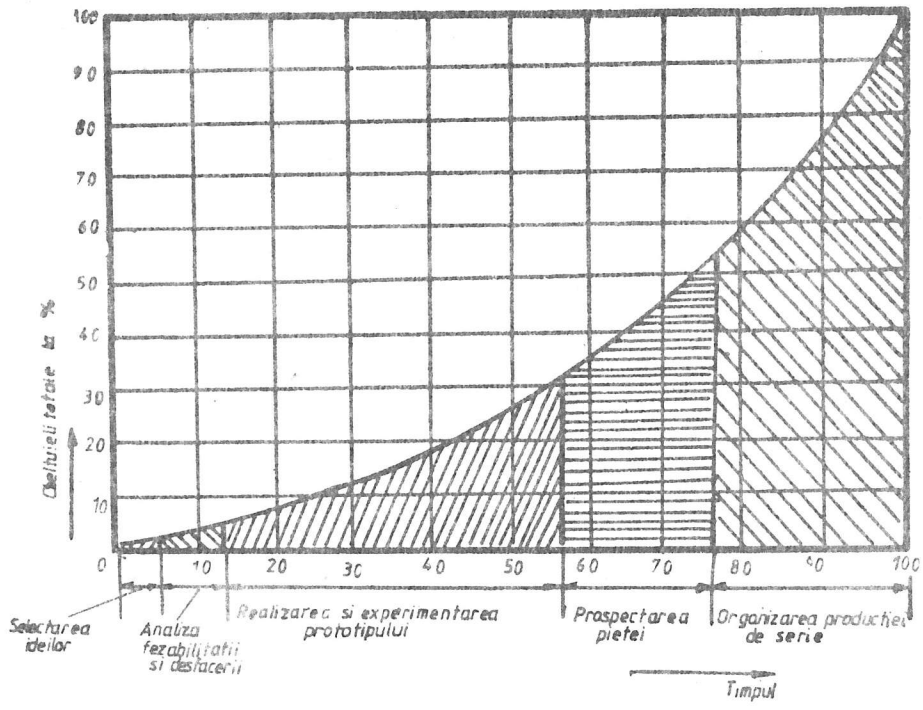


Figura 9.7

Aşa cum a rezultat din capitolul 3, există o modalitate logică, prin ingineria valorii, de formulare a temelor de creaţie de speţa I, II, III, modalitate care stă la îndemîna nu numai a grupelor specializate pentru promovarea progresului tehnic ale întreprinderii, ci şi pentru inventatorii individuali.

Cu toate că în ultimii ani a crescut substanţial rolul creaţiei tehnice de grup, forma principală de manifestare a creativităţii rămîne cea individuală şi ca atare, listingul temelor de creaţie elaborat centralizat de către fiecare întreprindere trebuie făcut public pentru inventatorii individuali proprii, pentru a-i determina să-şi concentreze eforturile creatoare pentru rezolvarea unor teme realiste - de eficienţă maximă.

Aceasta ar contribui la transformarea inventatorului romantic, *creator al unor lucruri pe care nimeni nu i le cere, într-un inventator realist care să inventeze ce trebuie inventat.*

BIBLIOGRAFIE

1. Schietère de J.C., Turcotte P.R. - *La dynamique de la créativité dans l'entreprise*. Editura Dunod, Paris, 1977.
2. * * * - *The Psychenaut Program: an Exploration into Some Human Potentials*. În The Journal of Creative Behaviour vol.7, nr.4, 1973.
3. Roco Mihaela - *Creativitatea individuală şi de grup*. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1979.
4. Roco Mihaela - *Stimularea creativităţii tehnico-ştiinţifice*. Ed. Ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1985.
5. Roco Mihaela - *Specificul activităţii creatoare*. În Revista de Psihologie, Bucureşti, 1975, nr.2, pp.167-180.
6. Roco Mihaela - *Factorii de grup care influenţează formarea motivaţiei creatoare în colectivele de cercetare ştiinţifică*. În Revista de Psihologie, Bucureşti, 1976, nr.3, pp.265-277.
7. Roco Mihaela - *Motivări ale relaţiilor preferenţiale în colectivele de cercetare ştiinţifică înalt şi slab creatoare*. în Revista de Psihologie, Bucureşti, 1976, nr.4,pp.377-392.
8. Hill Percy - *The Science of Engineering Design*. Holt,Rinehert and Winston inc. New York, 1970. Traducere în l. rusă, Editura Mir, Moskva, 1973.
9. Belous V. - *Problematica inventicii în spaţiul întreprinderii moderne*. Revista Economică nr.26/1989, Bucureşti.

CAPITOLUL 10

BAZELE LOGICE-MATEMATICE ALE INVENTICII

10.1. De la arta creaţiei tehnice spre o ştiinţă a creaţiei

Produsul creaţiei tehnice - invenţia - caracterizată prin cele trei atribute de bază, noutatea, aplicativitatea şi superioritatea faţă de soluţiile cunoscute, poate reprezenta sub aspect structural o combinare de elemente cunoscute într-un nou ansamblu, calitativ superior, o extrapolare prin analogie a unor soluţii şi principii de la domeniile învecinate, o nouă aplicare a legilor şi descoperirilor din domeniul ştiinţelor fundamentale, matematicii, fizicii, chimiei sau a ciberneticii, o nouă bisociere etc.

Invenţiile care au la bază o structură reprezentînd o combinare de elemente cunoscute într-un nou ansamblu calitativ superior, precum şi invenţiile care se referă la noi forme, noi curbe, noi suprafeţe ale organelor de maşini şi construcţiilor, pot fi realizate pe cale logică - analitică - deductivă, prin metodele specifice calculului optimal.

Spre deosebire de celelalte tipuri structurale de invenţii, în a căror elaborare joacă un rol determinant fantezia, imaginaţia, procesele combinatorice de la nivelul subconştientului, în cea mai mare parte nelămurite încă şi avînd un caracter dominant spontan şi pentru care psihologia creaţiei nu poate oferi decît mijloace de stimulare şi favorizare, iluminarea rămînînd guvernată încă în mare măsură de hazard, invenţiile combinative (a căror caz particular îl reprezintă cele bisociative) pot şi trebuie să devină un rezultat al unei activităţi logice, deliberat orientate spre creaţie.

Pentru astfel de invenţii se pot elabora tehnologii logice, care - plecînd de la informare şi sinteza informaţiilor şi formularea şi precizarea pe această bază a temei de creaţie - să conducă forţat la noua soluţie calitativ superioară. Inventica trece, în felul acesta, din sfera dominant-divergentă a gîndirii, în cea dominant convergentă, specifică specialiştilor formaţi.

Acest lucru este sugestiv argumentat de H. Altşuler [21] cu ajutorul graficului din figura 10.1.

Vechea metodă de căutare a soluţiei pentru o temă de creaţie formulată - metoda încercărilor şi erorilor - (fig. 10.1.a) este lipsită de eficienţă datorită faptului că pornind de la un punct în spaţiu (tema de creaţie)trebuie căutat un alt punct, unic în spaţiu (soluţia optimă), ceea ce presupune un număr foarte mare de încercări desfăşurate haotic.

Metoda mai modernă, a căutărilor prin demersuri, tehnici şi metode psihologice de creaţie (brainstorming, sinectica, discuţia Panel etc.) măreşte probabilitatea întîlnirii

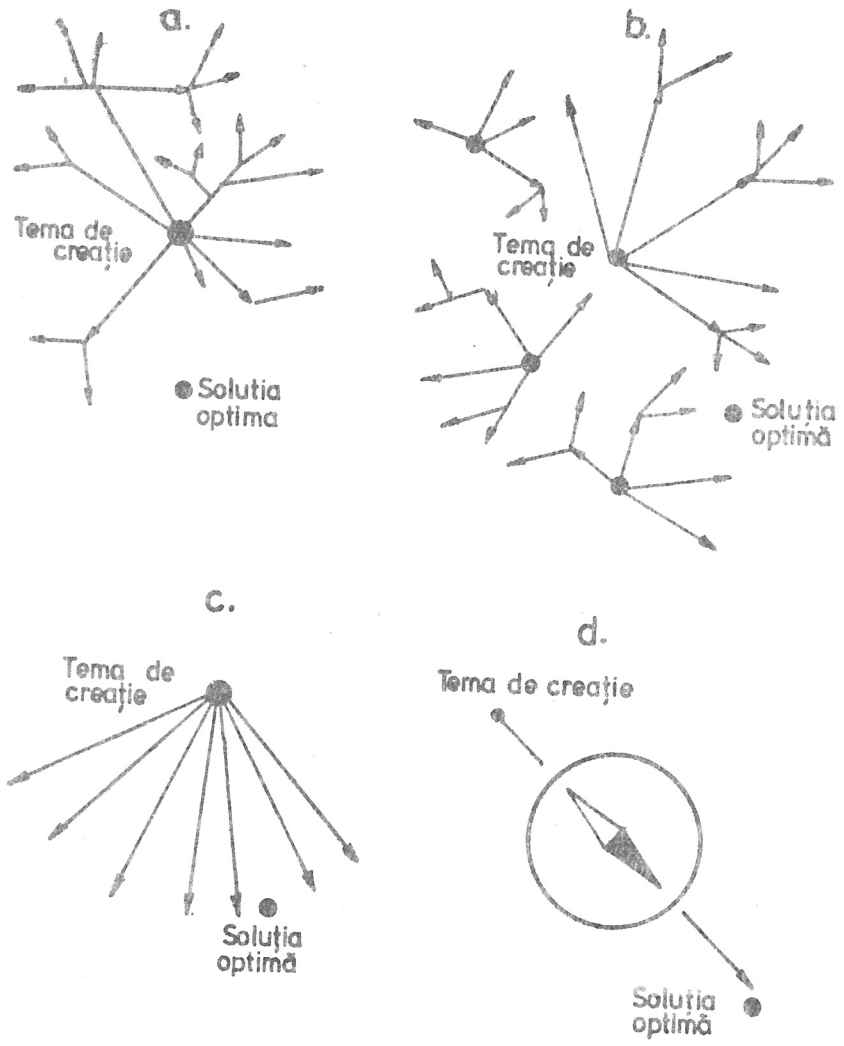

a.
Tema de creație
Solutia optima
b.
Tema de creație
Soluția optimă
c.
Tema de creație
Soluția optimă
d.
Tema de creație
Soluția optimă

Figura 10.1

soluţiei optime (fig. 10.1.b) dar n-o garantează (invenţii stimulate).

Metoda baleierii logice a spaţiului de soluţii (analiza morfologică, metodele maşinizate de căutare) conduc sigur la rezultat, dar volumul căutărilor devine în multe cazuri, uriaş (fig. 10.1.c) (invenţii logic determinate).

Drumul se scurtează substanţial dacă - prin analiza temei de creaţie (prin metoda deciziei impuse prezentate în paragraful 3.10) - se formulează nu numai tema de creaţie, ci şi direcţia de perfecţionare. În schema lui H. Altşuler (care pentru simplificare este reprezentată ca o schemă plană) situaţia corespunde căutării orientate (fig. 10.2.d) mult mai economică şi mai eficientă.

Pe de altă parte nu numai invenţiile logic determinate, cu o logică formalizabilă şi transferabilă mijloacelor electronice de calcul, a căror productivitate de baleiere a mulţimii soluţiilor posibile este infinit mai mare decît cea a creierului uman, interesează în acest capitol, ci şi invenţiile stimulate prin tehnici şi metode intuitive de creaţie, parţial logificabile şi formalizabile. Din acest punct de vedere, algoritmii căutărilor creative pot fi subîmpărţite în conformitate cu clasificarea expusă în cunoscuta monografie redactată sub coordonarea lui A.I. Polovinkin [1] în:

1. *Algoritmi integral formalizaţi*, care pot fi concretizaţi direct în programe, în care sînt net delimitate datele de pornire elaborate de om şi rezultatele elaborate de maşină (în rîndul rezultatelor considerîndu-se şi lipsa acestora sau prezenţa unor rezultate inacceptabile de către om).

2. *Metode euristice parţial formalizate-euriritmuri*, la care o parte din tehnicile de creaţie folosite sînt algoritmizate şi preluate de către maşină, iar o parte trebuie rezolvate de mintea umană. Astfel de programe umano-maşinizate vor căpăta o largă utilizare în viitorul apropiat.

3. *Metode euristice integral neformalizate-integral intuitive*

Autorii monografiei [1] consideră pe bună dreptate, că pe lîngă *problema principală a posibilităţii utilizării mijloacelor electronice de căutare* există şi o a doua problemă, cel puţin la fel de importantă cu prima, cea a *oportunităţii folosirii calculatoarelor în procesele euristice*.

Se defineşte în acest sens noţiunea de *volum de muncă necesar pentru rezolvarea problemei de creaţie*, pentru a cărui determinare cantitativă trebuie să se cunoască numărul aproximativ de probleme de rezolvat, consumul mediu de timp în rezolvarea unei probleme, incluzînd consumul de timp pentru formalizare, programare şi pregătirea informaţiilor pentru purtătorii maşinii de calcul, în ipoteza utilizării mijloacelor de calcul şi în cea a utilizării în exclusivitate a minţii umane (evident în vederea obţinerii unor rezultate echivalente).

Dar în aprecierea oportunităţii folosirii mijloacelor electronice de calcul mai trebuie uneori luaţi în consideraţie şi alţi factori, ca de exemplu costul utilizării tehnicii de calcul sau trăsăturile psihologice ale inventatorului, legate de adaptarea drept ajutor a maşinii de calcul. Nu rareori unele faze sau etape în rezolvarea euriritmurilor devin mai economice prin utilizarea calculatorului uman.

Pe baza experienţei folosirii mijloacelor electronice de calcul în căutarea şi găsirea unor soluţii optime, autorii ajung la următoarele două concluzii de bază [1], [2]

- Foarte multe metode şi tehnici euristice folosite cu succes pînă în prezent fără aportul mijloacelor electronice de calcul, au devenit mult mai eficiente după ce au fost parţial logicizate, formalizate şi apoi transferate calculatorului. Cu toate acestea, metodele şi tehnicile euristice rămîn oportune în vederea utilizării exclusive a creierului uman, atunci cînd nu s-a reuşit formalizarea şi programarea pentru clasa dată de probleme sau cînd nu există la dispoziţie mijloace electronice adecvate. Ca atare, apare ca deosebit de oportună dezvoltarea tehnicilor şi metodelor euristice în ambele variante - *cu utilizarea mijloacelor electronice de calcul şi fără utilizarea acestora.*

- Au apărut o serie de tehnici şi metode de căutare, care în nici un caz nu pot fi utilizate fără ajutorul mijloacelor electronice de calcul, denumite *metode maşinizate de căutări constructiv-creative.*

Tehnicilor şi metodelor euristice ca şi tehnicilor şi metodelor logice le sînt consacrate următoarele două capitole ale prezentului manual.

Folosirea tehnicilor şi metodelor euristice parţial formalizate sau neformalizate generează, în conformitate cu clasificarea invenţiilor sub aspect genetic, *invenţii stimulate,* iar folosirea tehnicilor şi metodelor maşinizate de căutări creative conduce la *invenţii logic-determinate.*

10.2. Bazele combinatorice ale inventicii

Pentru elaborarea şi utilizarea eficientă a metodelor şi tehnicilor logice-deductive de creaţie, este necesară cunoaşterea unui minim de noţiuni de combinatorică, în categoria cărora intră aranjamentele, combinările, permutările, grafurile şi reţelele finite.

Dacă O_1, O_2,..., O_n reprezintă **n** obiecte ale gîndirii, atribute ale obiectului creaţiei, soluţii pentru realizarea unui anumit atribut, soluţii constructiv-funcţionale clasificate din punctul de vedere al unui anumit atribut, componentele obiectului etc. şi dorim să le dispunem în p căsuţe ($\mathbf{p} < \mathbf{n}$) fig. 10.2., fără repetiţie, avem de a face cu aranjamente de **n** obiecte luate cîte **p**, fără repetiţie, demonstrîndu-se uşor relaţiile imediate,

$$A_n^p = n(n-1)...(n-p+1) = \frac{n!}{(n-p)!} \qquad (10.1)$$

Dacă nu se ţine seama de ordinea de dispunere a obiectelor în căsuţe, obţinem combinări de **n** obiecte luate cîte **p**, fără repetiţie, avînd la bază relaţia imediată,

$$C_n^p = \frac{A_n^p}{p!} = \frac{n!}{(n-p)p!} \qquad (10.2)$$

Un caz particular, mai rar întîlnit în inventică este reprezentat de aranjamente de **n** obiecte luate cîte **n** şi care poartă denumirea de permutări de **n** obiecte.

$$P_n = A_n^n = n(n-1)(n-2)...(n-n+1) = n! \qquad (10.3)$$

Întrucît în combinatorica inventivă există de regulă mai multe criterii, mai multe atribute, mai multe puncte de vedere pentru clasificarea soluţiilor (A...R) se pune adesea problema combinării de R elemente, cîte unul din fiecare grupă,

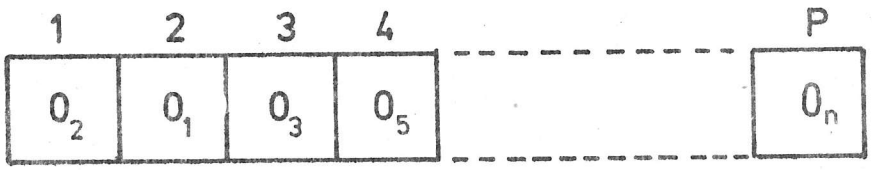


Figura 10.2

$A = \{A_1, A_2, ..., A_\alpha\}$ $B = \{B_1, B_2, ..., B_\beta\}$ $C = \{R_1, R_2, ..., R_\rho\}$
numărul de combinaţii posibile devenind,

$$N = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \delta \cdot ... \cdot \rho \qquad (10.4)$$

Dacă se consideră o structură $\sum$ compusă din combinaţii de componente A_i, B_i,..., R_i, făcînd parte din ansamblele de elemente omoloage.

$A = \{A_1, A_2, ..., A_\alpha\}$
$B = \{B_1, B_2, ..., B_\beta\}$
.....
.
.
.
.
$R = \{R_1, R_2, ..., R_\rho\}$

ansamblele A, B,..., R poartă denumirea de *ansamble formatoare* [3], iar structura

$\sum = \{A, B, ..., R\}$

ca ansamblu de *ansamble formatoare*, poartă denumirea de *morfologie generală* sau simplu *morfologie*.

Combinările de cîte un element din fiecare ansamblu formator, prezentate prin grupele de litere $A_2\ B_2\ C_3 ...\ R_8$, în ordinea ansamblelor formatoare, poartă denumirea de *r-asamblare*, ansamblul r-asamblărilor - *„produs morfologic"*, iar cercetarea acestuia - *cercetarea morfologică*.

În cele ce urmează se prezintă metodele principale de cercetare morfologică în inventică, rezultate din cercetările lui Fred Zwicki, A. Kaufman, M. Fustier, A. Drevet, cît şi din cercetările şi experienţa autorului prezentei lucrări.

10.2.1. *Cercetare morfologică prin matrici*

O reprezentare globală, sugestivă a produsului morfologic din 2-3 ansamble formatoare o poate constitui matricea[1] plană sau spaţială a ansamblărilor; în acest sens, pentru două ansamble formatoare,

$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ şi $B = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5\}$

se construieşte matricea plană din fig. 10.3

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	A_1B_1	A_1B_2	A_1B_3	A_1B_4	A_1B_5
A_2	A_2B_1	A_2B_2	A_2B_3	A_2B_4	A_2B_5
A_3	A_3B_1	A_3B_2	A_3B_3	A_3B_4	A_3B_5
A_4	A_4B_1	A_4B_2	A_4B_3	A_4B_4	A_4B_5

Figura 10.3

Fiecare pătrăţel din cele 4x5 = 20 combinaţii posibile, reprezintă o combinaţie de 2 litere nerepetabile.

În cazul a trei ansamble formatoare:

$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ $B = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5\}$ $C = \{C_1, C_2, C_3, C_4\}$

se construieşte o matrice spaţială (fig. 10.4) sub forma unui paralelipiped, în care fiecare soluţie de combinare a celor trei litere este reprezentată de unul din cele N = 4x5x4 = 80 cuburi.

Se poate construi, de asemenea, o matrice cilindrică (fig. 10.5) în cadrul căreia clasificarea după cele trei criterii se realizează radial (A_1, A_2, A_3, A_4) axial (B_1, B_2, B_3,

[1]) Matrice nu în sens matematic, ci ca mijloc de cuprindere grafică a soluţiilor, folosită pentru prima dată de F.Zwicki

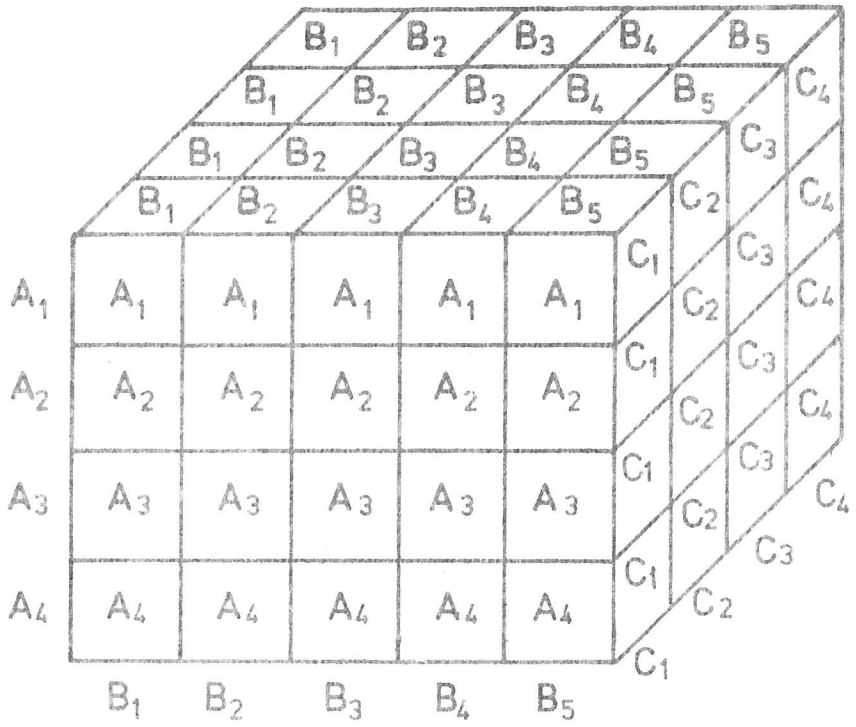


Figura 10.4

B_4, B_5) şi tangenţial (C_1, C_2, C_3, C_4).

Dacă există mai mult de trei criterii de clasificare a soluţiilor (mai mult de trei ansamble formatoare) se poate apela la sisteme de matrici spaţiale paralelipipedice (fig. 10.6) sau cilindrice (fig. 10.7) în care în conformitate cu exemplul dat, sînt cuprinse N = 4x5x4x3 = 240 combinaţii posibile.

Dacă apare şi un al cincilea criteriu de clasificare (un al cincilea ansamblu formator) a soluţiilor (atributelor) E = $\{E_1, E_2, E_3, E_4\}$ de exemplu, sistemele de matrici spaţiale devin şi mai complexe (fig. 10.8).

Matricile liniare $\{D_1\ D_2\ D_3\}$ şi cele plane $\{D_1, D_2, D_3, E_1, E_2, E_3, E_4\}$ din sistemele de matrici spaţiale din fig. 10.5 şi 10.8 le vom denumi matrici conducătoare, iar matricile spaţiale $\{A_1, A_2, A_3, A_4, B_1, B_3, B_4, B_5, C_1, C_2, C_3, C_4\}$ matrici subordonate.

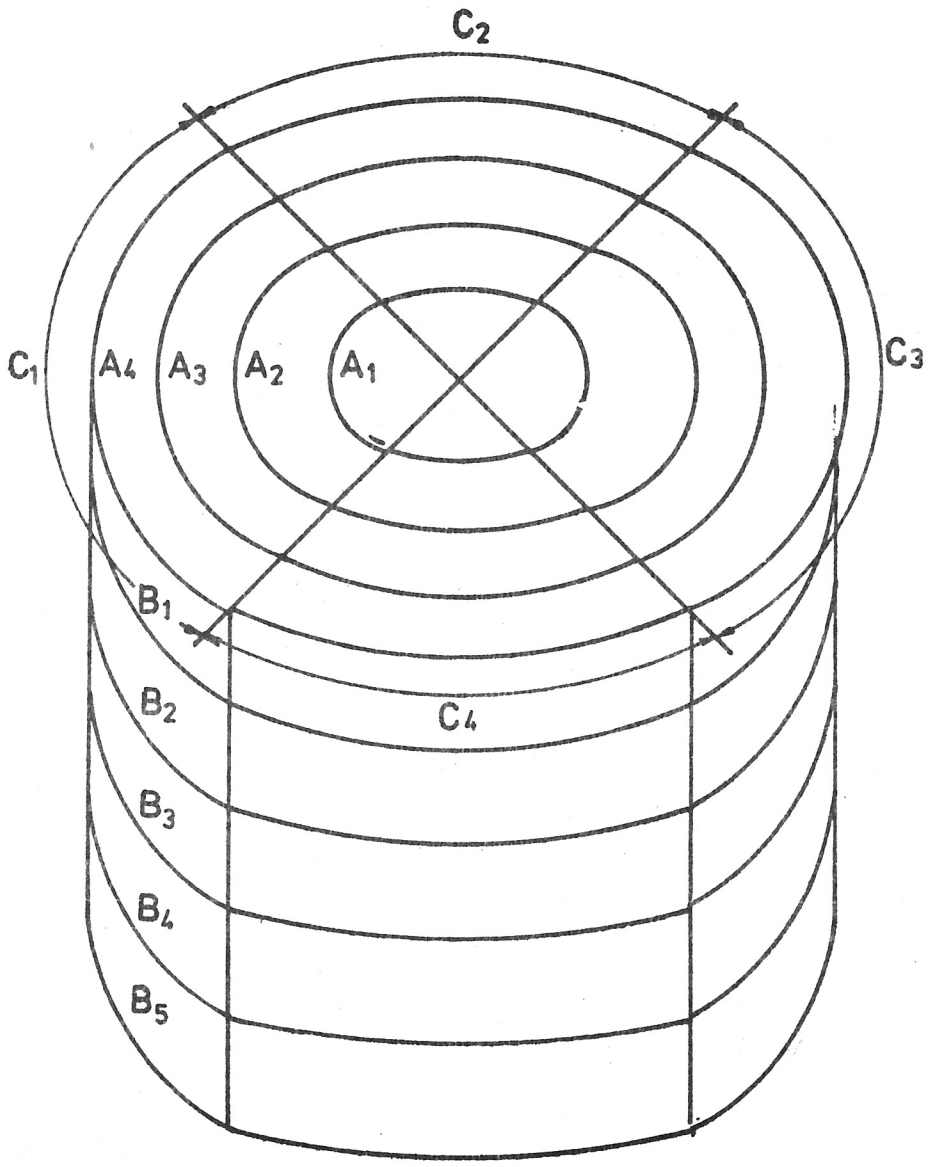


Figura 10.5

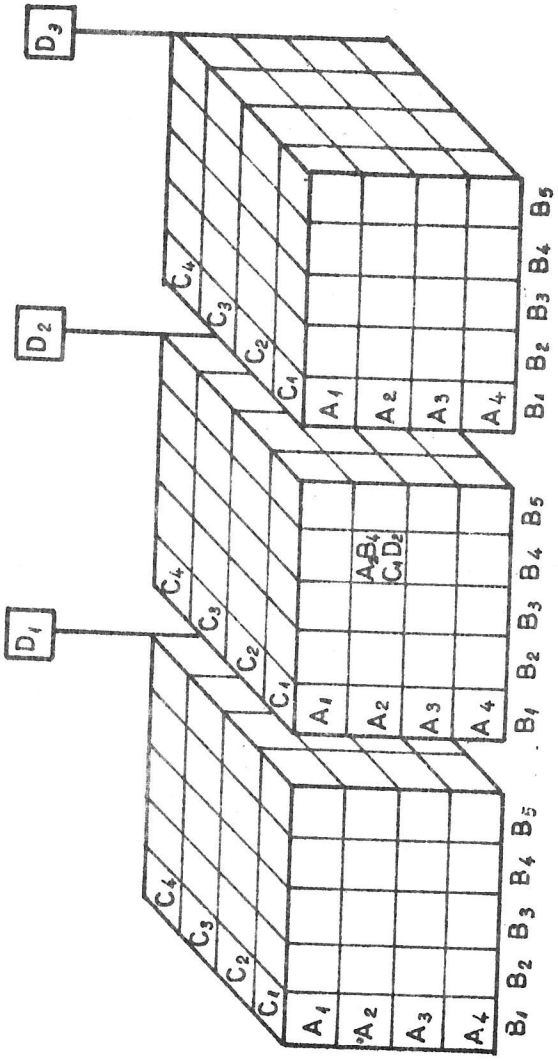


Figura 10.6

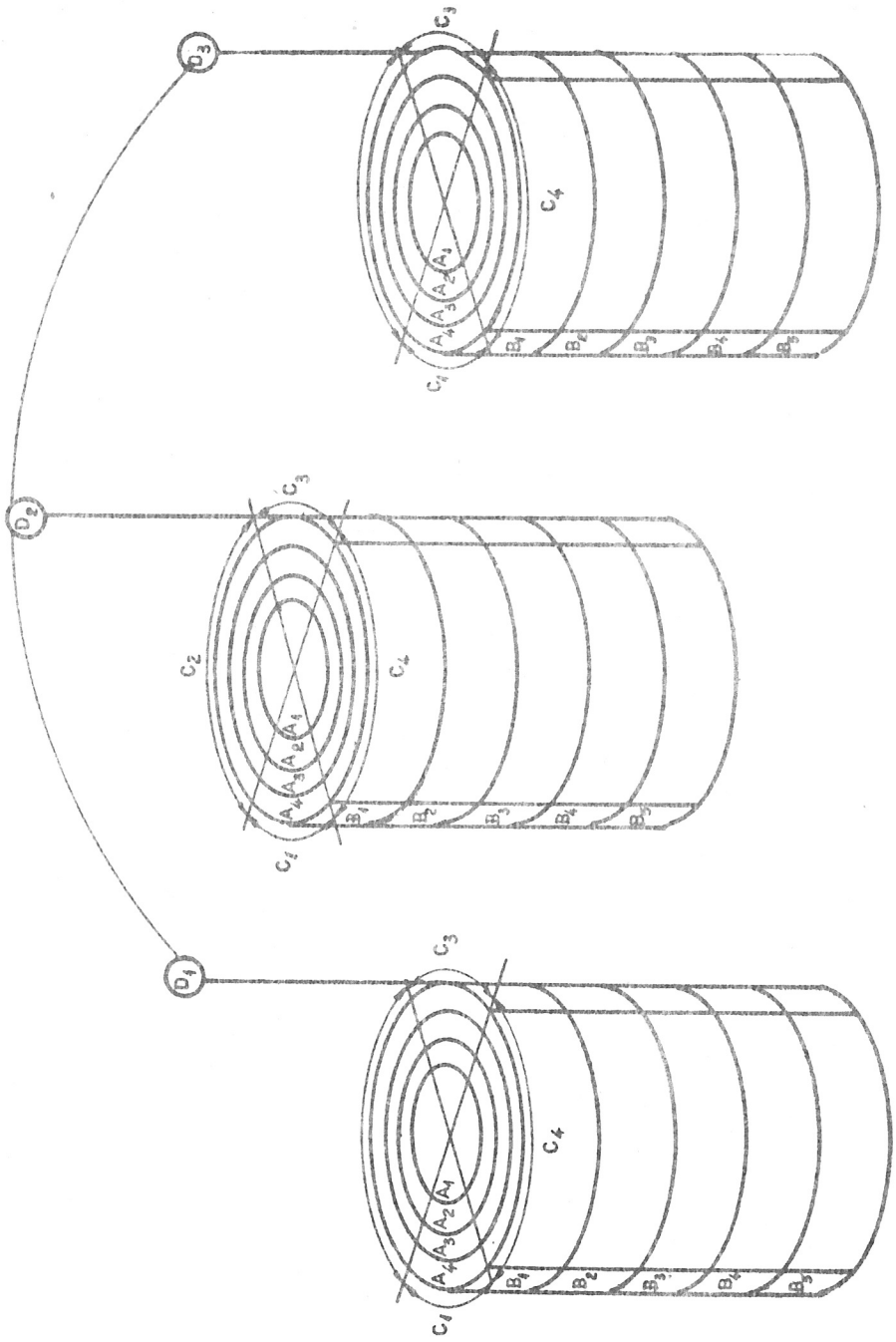


Figura 10.7

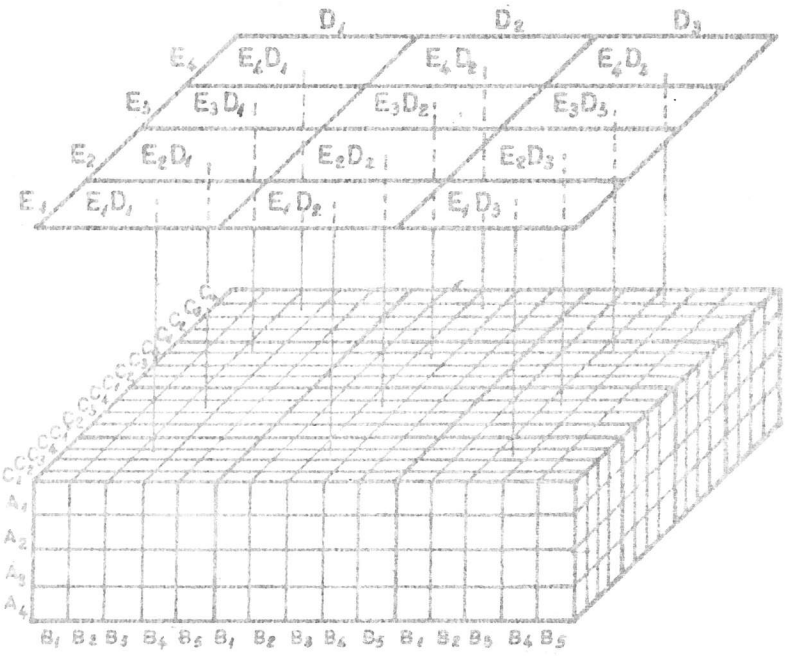


Figura 10.8

Aceste sisteme de matrici pot fi reprezentate ca linii de matrici spaţiale (fig. 10.9) sau ca suprafeţe de matrici spaţiale (fig. 10.10).

În linia de matrici spaţiale, combinaţiile de trei litere (ABC) din fiecare cubuşor sînt combinate în cubul D_1, cu D_2, în cubul D_2 cu D_2, iar în cubul D_3 cu D_3.

În suprafaţa de matrici spaţiale din fig. 10.9, combinaţiile de trei litere din fiecare cubuşor sînt combinate în cubul E_1 D_1 cu E_1D_1 în cubul E_2D_1 cu E_2D_1 etc.

Numărul total de combinaţii posibile a devenit în felul acesta,

$N = 4x5x4x3x4 = 960$

În cazul cînd apare în analiza morfologică şi un al 6-lea criteriu de clasificare a soluţiilor constructiv-funcţionale, $F = \{F_1, F_2, F_3, F_4, F_5\}$ (cel de al 6-lea ansamblu formator) a atributelor acestora, se ajunge la un volum de matrici spaţiale, matricea conducătoare devenind matrice spaţială (fig. 10.11).

Combinaţiile de trei litere din fiecare cubuşor se înmulţesc cu combinaţiile corespunzătoare de trei litere ale maricei speţiale conducătoare (DEF) care definesc cubul

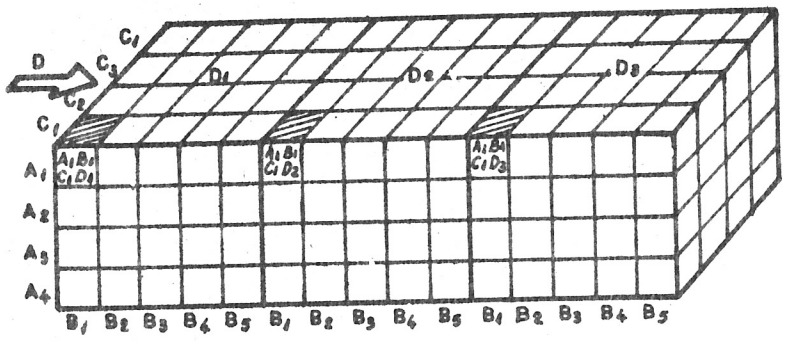


Figura 10.9

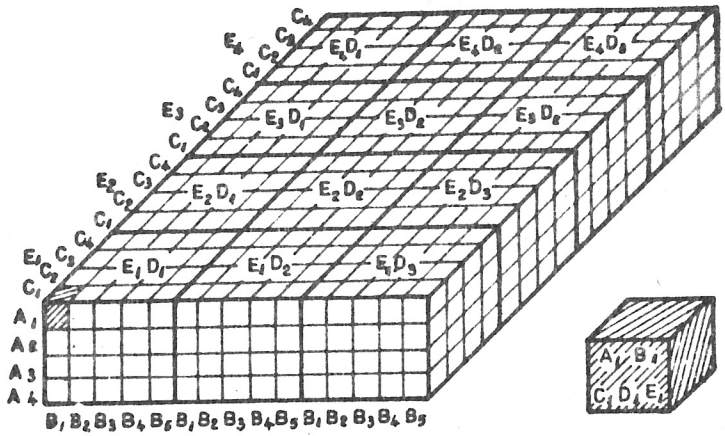


Figura 10.10

corespunzător (3x4x5 = 60 cuburi)

Numărul total de combinaţii posibile devine astfel:

N = 4x5x4x3x4x5 = 4800

Este evident că în unele cazuri practice ale invenicii, pot apărea mai mult decît 6 criterii de clasificare (ansamble formatoare) de ordonare sau enumerare a atributelor sau

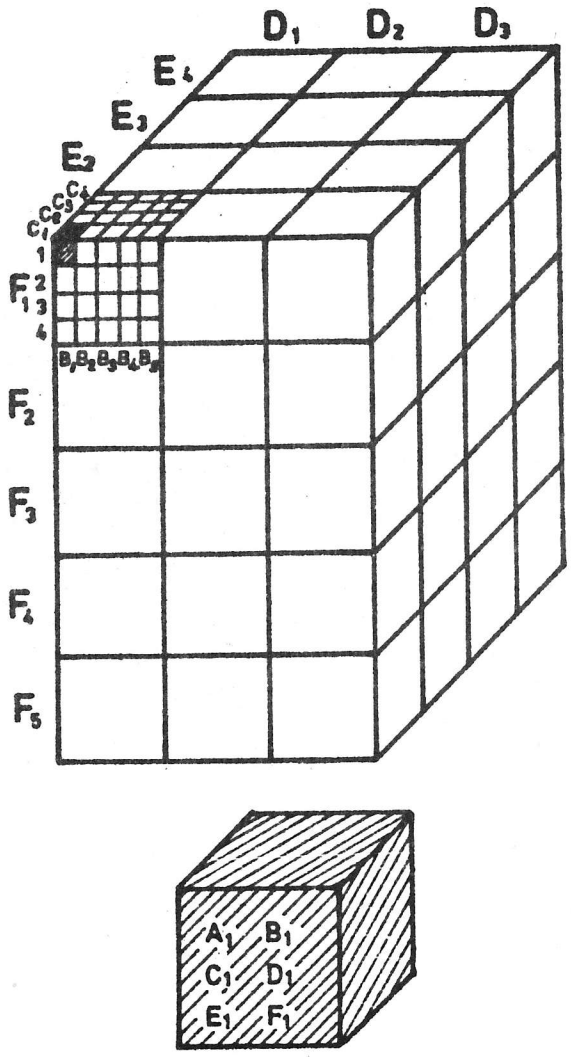

D1
D2
D3
E4
E3
E2
C4
C3
C2
C1
1
2
3
4
F1
B1B2B3B4B5
F2
F3
F4
F5
A1
B1
C1
D1
E1
F1

Figura 10.11

a soluţiilor constructiv-funcţionale tehnologice. În acest sens pentru 7 criterii, apare o matrice liniară de sisteme spaţiale de matrici spaţiale, pentru 8 criterii - o matrice plană de sisteme de matrici spaţiale, pentru 9 criterii - o matrice spaţială de sisteme de matrici spaţiale etc.

În felul acesta matricea spaţială subordonată (ABC) devine o matrice subordonată de ordinul 2, matricea spaţială conducătoare (DEF) devine o matrice subordonată de ordinul 1, iar matricea conducătoare este matricea (GHI).

Dacă, aşa cum se întîmplă de regulă în inventică, nu interesează ordinea de enumerare a tuturor combinaţiilor, ci numai cuprinderea în întregime a acestora, caracterul de conducătoare şi subordonată a matricilor este reversibil, sistemul de matrici spaţiale din fig. 10.12 fiind echivalent cu sistemul 10.11.

Dar nu numai matricile spaţiale în ansamblu sînt comutative reversibile, ci şi liniile, coloanele şi coloanele spaţiale între ele şi de la o matrice la alta, întrucît comutarea nu conduce la eliminarea de noi combinaţii, determinînd numai ordinea de enumerare a acestora.

Dacă se consideră matricea morfologică spaţială 10.4, aceasta mai poate fi reprezentată şi ca în fig. 10.13, de unde se poate ajunge la o matrice plană, dacă se observă că fiecare pătrăţel A_i B_i reprezintă o coloană ($C_1C_2C_3C_4$) şi ca atare, dacă se înscriu în fiecare pătrăţel toate cele patru combinaţii cu aceste litere, matricea spaţială se va transforma într-o matrice plană, operaţie pe care o vom denumi comasarea matricelor.

Se obţine matricea plană din fig. 10.14, cuprizînd toate cele N = 4x5x4 = 80 asamblări.

În felul acesta, coloanele spaţiale devin libere pentru un alt grup de soluţii (ansamble formatoare), clasificate după un al patrulea criteriu, D = $\{D_1D_2D_3\}$.

Şi matricea spaţială 10.5 poate fi transformată într-o matrice plană comasată (fig. 10.16), prin înmulţirea tuturor celor patru combinaţii din fiecare pătrăţel, pe rînd, cu cele trei litere din coloanele spaţiale D.

Matricea 10.16 cuprinde toate cele N = 4x5x4x3 = 240 combinaţii, cu soluţiile clasificate după criteriile (ansamblele formatoare A,B,C şi D), operaţia de comasare putînd fi continuată prin creşterea numărului de criterii la 5, 6 etc.

Dacă anumite asocieri de soluţii sînt divergente-incompatibile (A_1B_4, A_2B_2, A_3B_2, A_4B_3, B_4C_1, A_4C_3)dispar în matricea 10.14 complet patru pătrăţele (16 soluţii, trei triasamblări care conţin biasamblările B_4C_1 (una fiind deja eliminată cu întregul pătrăţel A_1B_4) şi patru triasamblări care conţin biasamblările A_4C_3, în total deci 16+3+4 = 23 triasamblări incompatibile, ceea ce în matricea 10.16 se traduce într-un total de 23x3 = 69 quatrasamblări cuprinzînd cele cunoscute în tehnică şi cele necunoscute şi care ar putea fi luate ca bază de realizare-concretizare a unor noi soluţii constructiv-funcţionale.

10.2.2. *Exemplu de matrice morfologică a ideilor*

Pentru elaborarea matricii morfologice spaţiale a ideilor pentru o freză armată, trebuie precizate în prealabil, principalele trei criterii de clasificare. Pentru o primă matrice spaţială se stabilesc următoarele criterii de clasificare:

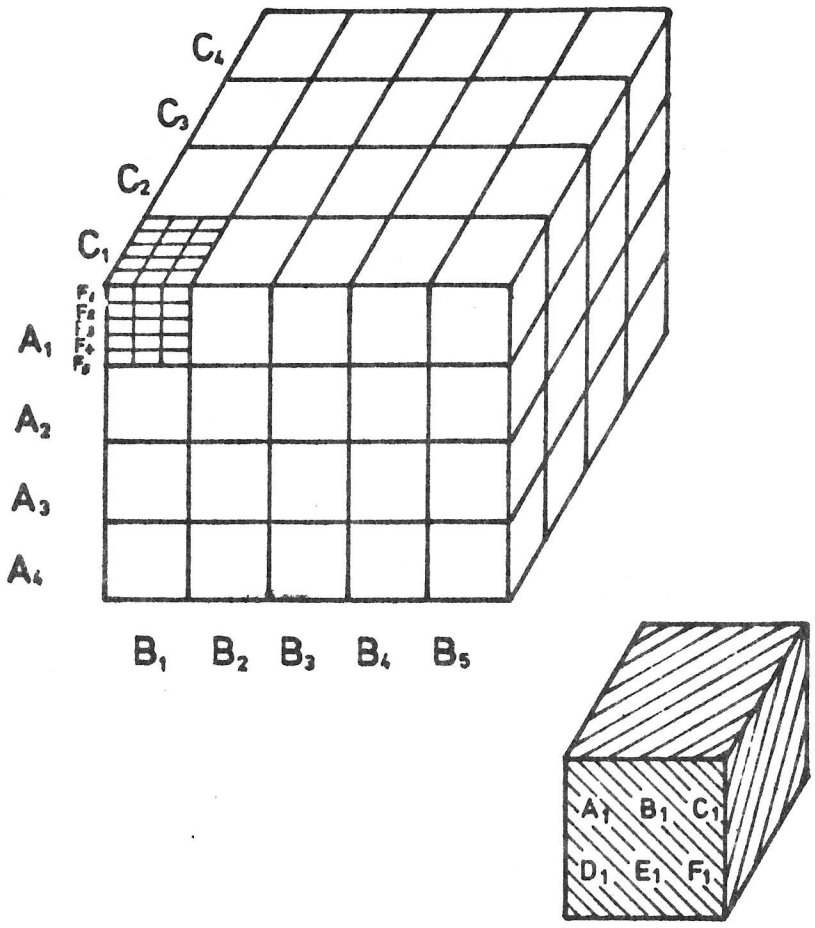


Figura 10.12

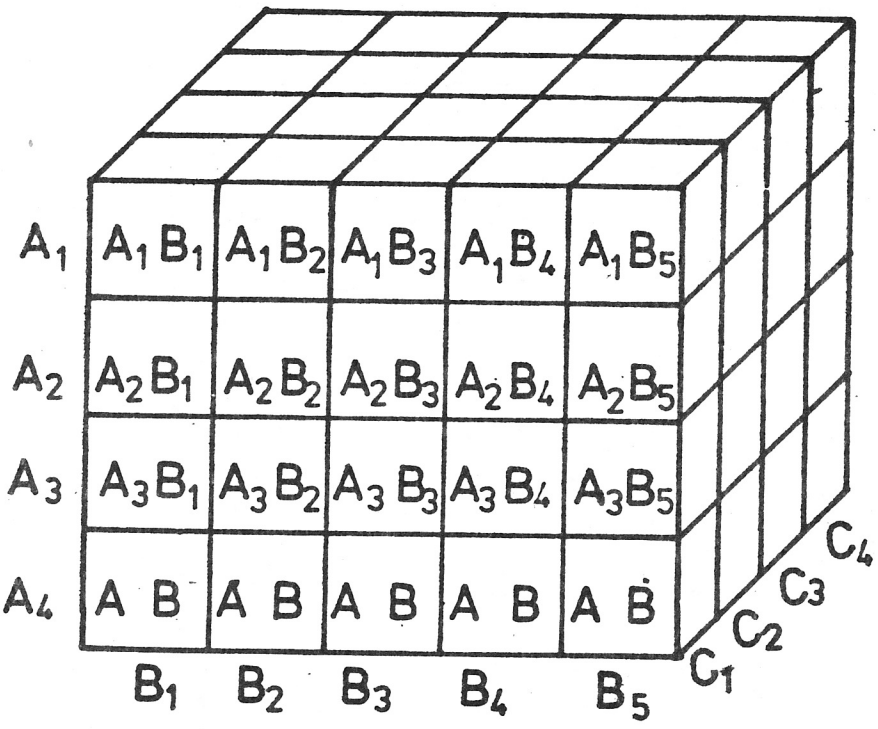


Figura 10.13

Ansamblul formator B - după modul de restabilire a calităţilor aşchietoare.

Ansamblul formator C - după modul de poziţionare-fixare a plăcuţei de corpul frezei.

Ansamblul formator D - după soluţia constructiv-funcţională concretă a poziţionării-fixării plăcuţei.

După modul de restabilire a calităţilor aşchietoare după uzură, se disting trei soluţii de bază:

B_1 - ascuţirea dinte cu dinte;

B_2 - folosirea plăcuţelor schimbabile nerecuperabile;

B_3 - ascuţirea continuă (detalonarea după arca de cerc).

După modul de poziţionare-fixare a plăcuţei de corpul frezei, se disting trei soluţii de bază:

C_1 - brazarea directă de corpul frezei;

C_2 - brazarea pe dinte demontabil fix;

C_3 - fixarea mecanică de corpul frezei;

C_4 - fixarea mecanică pe dinte demontabil fix;

$A_1B_1C_1$ $A_1B_1C_2$ $A_1B_1C_3$ $A_1B_1C_4$	$A_1B_2C_1$ $A_1B_2C_2$ $A_1B_2C_3$ $A_1B_2C_4$	$A_1B_3C_1$ $A_1B_3C_2$ $A_1B_3C_3$ $A_1B_3C_4$	$A_1B_4C_1$ $A_1B_4C_2$ $A_1B_4C_3$ $A_1B_4C_4$	A_1BC_1 A_1BC_2 A_1BC_3 A_1BC_4
$A_2B_1C_1$ $A_2B_1C_2$ $A_2B_1C_3$ $A_2B_1C_4$	$A_2B_2C_1$ $A_2B_2C_2$ $A_2B_2C_3$ $A_2B_2C_4$	$A_2B_3C_1$ $A_2B_3C_2$ $A_2B_3C_3$ $A_2B_3C_4$	$A_2B_4C_1$ $A_2B_4C_2$ $A_2B_4C_3$ $A_2B_4C_4$	A_2BC_1 A_2BC_2 A_2BC_3 A_2BC_4
$A_3B_1C_1$ $A_3B_1C_2$ $A_3B_1C_3$ $A_3B_1C_4$	$A_3B_2C_1$ $A_3B_2C_2$ $A_3B_2C_3$ $A_3B_2C_4$	$A_3B_3C_1$ $A_3B_3C_2$ $A_3B_3C_3$ $A_3B_3C_4$	$A_3B_4C_1$ $A_3B_4C_2$ $A_3B_4C_3$ $A_3B_4C_4$	A_3BC_1 A_3BC_2 A_3BC_3 A_3BC_4
$A_4B_1C_1$ $A_4B_1C_2$ $A_4B_1C_3$ $A_4B_1C_4$	$A_4B_2C_1$ $A_4B_2C_2$ $A_4B_2C_3$ $A_4B_2C_4$	$A_4B_3C_1$ $A_4B_3C_2$ $A_4B_3C_3$ $A_4B_3C_4$	$A_4B_4C_1$ $A_4B_4C_2$ $A_4B_4C_3$ $A_4B_4C_4$	A_4BC_1 A_4BC_2 A_4BC_3 A_4BC_4

Figura 10.14

C_5 - brazarea pe dinte demontabil-orientabil;
C_6 - fixarea mecanică pe dinte demontabil-orientabil;

După soluţia constructiv-funcţională concretă a poziţionării-fixării, se constată 15 soluţii mai importante:

D_1 - brazare în locaş deschis;
D_2 - brazare în locaş semiînchis;
D_3 - brazare în locaş închis;
D_4 - prin pană radială şi şurub normal;
D_5 - prin pană radială şi şurub diferenţial;
D_6 - prin pană inversă şi şurub;
D_7 - prin pană U inversă, elastică şi şurub (walter);
D_8 - prin bridă şi şurub;
D_9 - prin pană cilindrică teşită şi şurub;

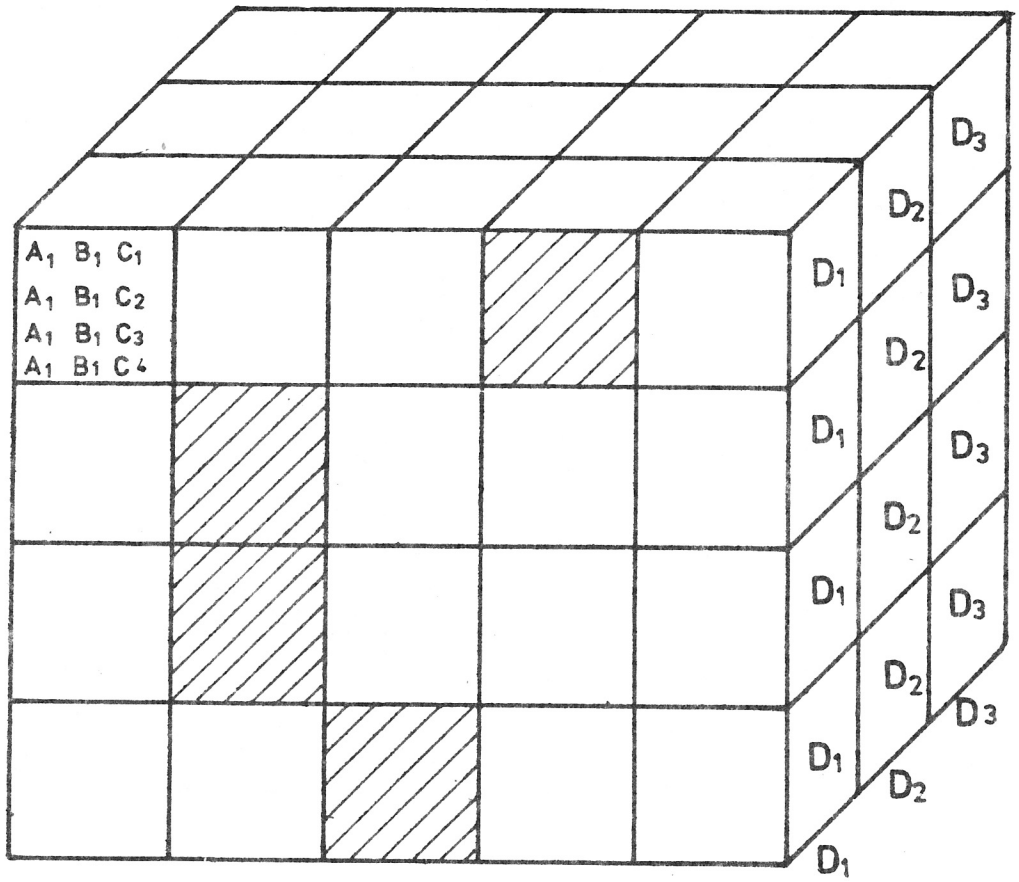


Figura 10.15

D_{10} - prin şurub-pană conică, monobloc;
D_{11} - prin dinte zimţat posterior-simplu înclinat;
D_{12} - prin dinte zimţat posterior-dublu înclinat;
D_{13} - prin şurub central-plăcuţă găurită;
D_{14} - pe coadă conică cu piuliţă-şurub;
D_{15} - pe coadă conică cu locaş elasticizat.

Matricea spaţială realizată (fig. 10.17) cuprinde 3x6x15 = 270 de combinaţii posibile, dintre care unele sînt cunoscute, iar altele necunoscute; dintre acestea, unele sînt

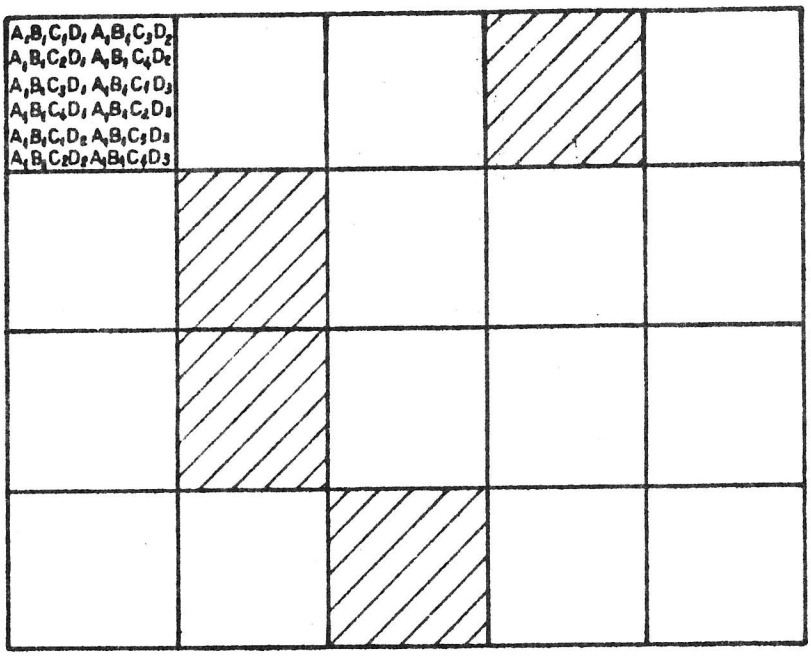


Figura 10.16

absurde din punct de vedere tehnic incompatibile-disonante, dar unele pot fi concretizate cu avantaje substanţiale în raport cu nivelul tehnic actual. Concretizarea constructiv-funcţională-tehnologică a soluţiilor viabile reprezintă noi invenţii, dintre care unele pot deveni deosebit de eficiente.

10.2.3 *Cercetarea morfologică secvenţial-selectivă*

Reducerea numărului de soluţii reţinute pentru creaţie se poate realiza eficient nu numai prin eliminarea finală a soluţiilor incompatibile, ca în paragraful precedent, ci şi prin selectarea secvenţială a soluţiilor (asamblărilor) valoroase.

Într-o morfologie constituită din ansamblele formatoare A...L, se examinează întîi biasamblările AB, dintre care se selecţionează cîteva mai interesante, care - cu ansamblul formator C - formează un număr limitat de triasamblări, din rîndul cărora se selectează de asemenea un număr limitat, care la rîndul lor se quatrasamblează cu elementele ansamblului formator D ş.a.m.d., final reţinîndu-se cîteva l-asamblări demne de aprofundat şi concretizat constructiv-funcţional-tehnologic.

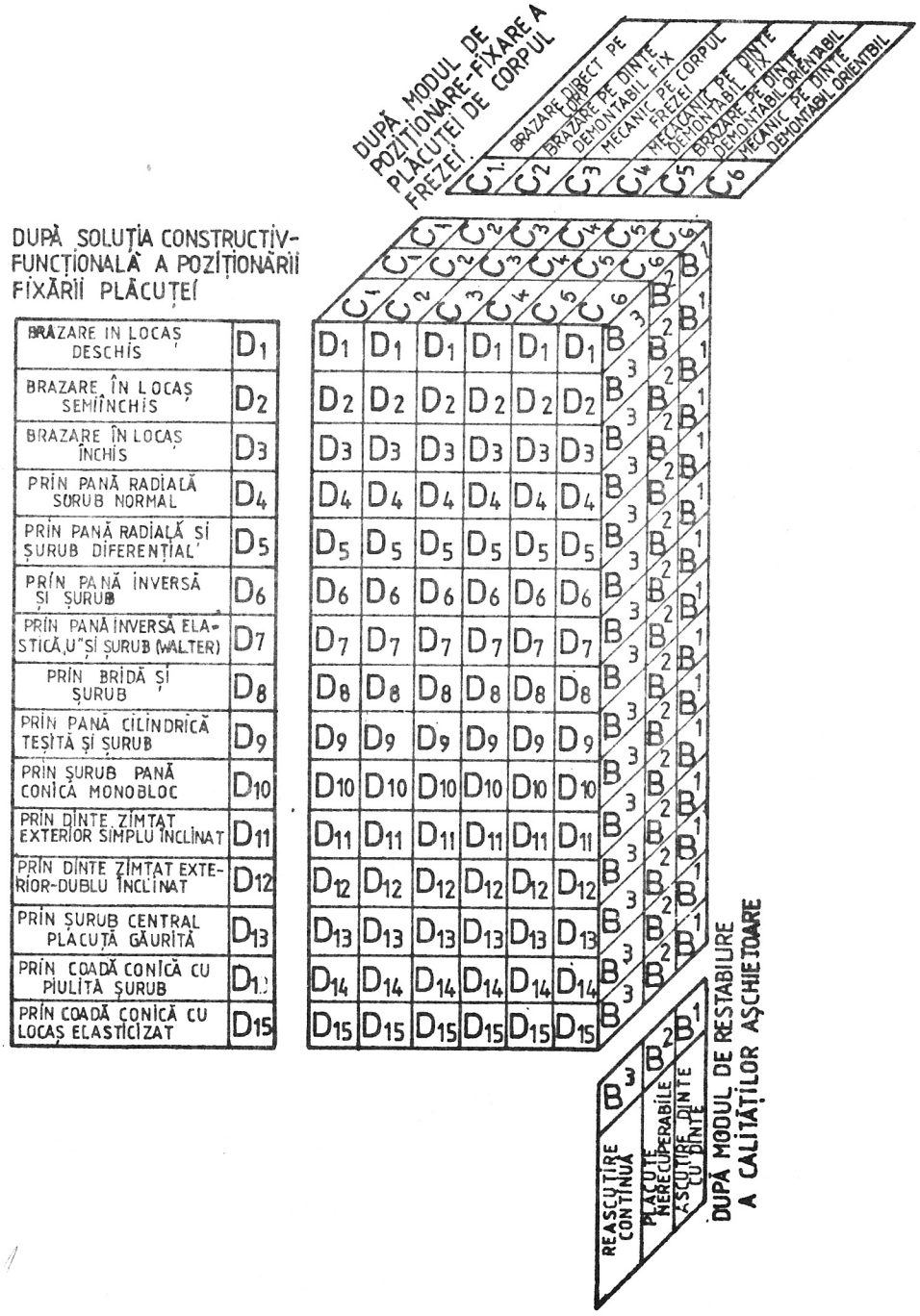

DUPĂ MODUL DE POZIȚIONARE-FIXARE A PLĂCUȚEI DE CORPUL FREZEI
C1 BRAZARE DIRECT PE CORP
C2 BRAZARE PE DINTE DEMONTABIL FIX
C3 MECANIC PE CORPUL FREZEI
C4 MECANIC PE DINTE DEMONTABIL FIX
C5 BRAZARE PE DINTE DEMONTABIL ORIENTABIL
C6 MECANIC PE DINTE DEMONTABIL ORIENTABIL
DUPĂ SOLUȚIA CONSTRUCTIV-FUNCȚIONALĂ A POZIȚIONĂRII FIXĂRII PLĂCUȚEI
D1 BRAZARE IN LOCAȘ DESCHIS
D2 BRAZARE ÎN LOCAȘ SEMIÎNCHIS
D3 BRAZARE ÎN LOCAȘ ÎNCHIS
D4 PRIN PANĂ RADIALĂ ȘURUB NORMAL
D5 PRIN PANĂ RADIALĂ ȘI ȘURUB DIFERENȚIAL
D6 PRÎN PANĂ ÎNVERSĂ ȘI ȘURUB
D7 PRÎN PANĂ ÎNVERSĂ ELASTICĂ „U" ȘI ȘURUB (WALTER)
D8 PRÎN BRIDĂ ȘI ȘURUB
D9 PRÎN PANĂ CILÎNDRICĂ TEȘITĂ ȘI ȘURUB
D10 PRIN ȘURUB PANĂ CONICĂ MONOBLOC
D11 PRÎN DÎNTE ZÎMȚAT EXTERIOR SIMPLU ÎNCLÎNAT
D12 PRÎN DÎNTE ZÎMȚAT EXTERIOR-DUBLU ÎNCLÎNAT
D13 PRÎN ȘURUB CENTRAL PLĂCUȚĂ GĂURITĂ
D14 PRÎN COADĂ CONICĂ CU PIULIȚĂ ȘURUB
D15 PRÎN COADĂ CONICĂ CU LOCAȘ ELASTICIZAT
B1 REASCUȚIRE CONTINUĂ
B2 PLĂCUȚE NERECUPERABILE
B3 ASCUȚIRE DINTE CU DINTE
DUPĂ MODUL DE RESTABILIRE A CALITĂȚILOR AȘCHIETOARE

Figura 10.17

Fie morfologia:

$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$

$B = \{B_1, B_2, B_3, B_4, B_5\}$

$C = \{D_1, D_2, D_3\}$

$E = \{E_1, E_2, E_3, E_4\}$

Analizînd biasamblările din matricea AB (fig. 10.18) s-au reţinut, de exemplu, biasamblările A_1B_5, A_2B_3, A_2B_4, A_3B_1 şi A_4B_2, care - cu elementele ansamblului formator C - constituie o a doua matrice, fig. 10.19.

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	X	X	X	X	A_1B_5
A_2	X	X	A_2B_3	A_2B_4	X
A_3	A_3B_1	X	X	X	X
A_4	X	A_4B_2	X	X	X

Figura 10.18

Din matricea restrînsă ABC se extrag, de asemenea, soluţiile interesante, reprezentate de triasamblările $A_1B_5C_3$, $A_2B_3C_2$, $A_2B_4C_4$, $A_3B_1C_1$ şi $A_4B_2C_3$, cu care, împreună cu ansamblul formator D, se constituie o a treia matrice plană restrînsă (fig. 10.20).

Quatrasamblările selectate $A_1B_5C_3D_1$, $A_1B_5C_3D_3$, $A_2B_3C_2D_2$, $A_2B_4C_4D_3$, $A_3B_1C_1D_2$, $A_4B_2C_3D_1$ şi $A_4B_2C_3D_3$, împreună cu ansamblul formator E, se constituie în cea de a patra şi ultima matrice plană restrînsă (fig. 10.21).

Cele zece quintasamblări reţinute vor constitui o bază de lansare şi concretizare a unor noi soluţii constructiv-funcţional-tehnologice viabile.

	C_1	C_2	C_3	C_4
A_1B_5	X	X	$A_1B_5C_3$	X
A_2B_3	X	$A_2B_3C_2$	X	X
A_2B_4	X	X	X	$A_2B_4C_4$
A_3B_1	$A_3B_1C_1$	X	X	X
A_4B_2	X	X	$A_4B_2C_3$	X

Figura 10.19

10.2.4. *Cercetarea morfologică ponderată selectivă prin divizarea pe submorfologii*

Pentru mărirea gradului de obiectivitate în selectarea soluţiei optime, morfologia ABCDE...KL se subdivide în submorfologiile AB, BC, CD, ..., KL, iar pentru compararea biasamblărilor din fiecare submorfologie (din matricile plane corespunzătoare) fiecare biasamblare este afectată cu un coeficient subunitar, astfel încît suma coeficienţilor de pe o linie să fie egală, de exemplu, cu cifra 1 (fig. 10.22, 10.23, 10.24, 10.25), tehnică similară cu tehnica leciziei impuse de ingineria valorii.

Dacă se consideră morfologia din paragraful 10.2.2, se obţin matricile, cu ajutorul cărora se construieşte diagrama de „puncte şi săgeţi" sau graful din fig. 10.26.

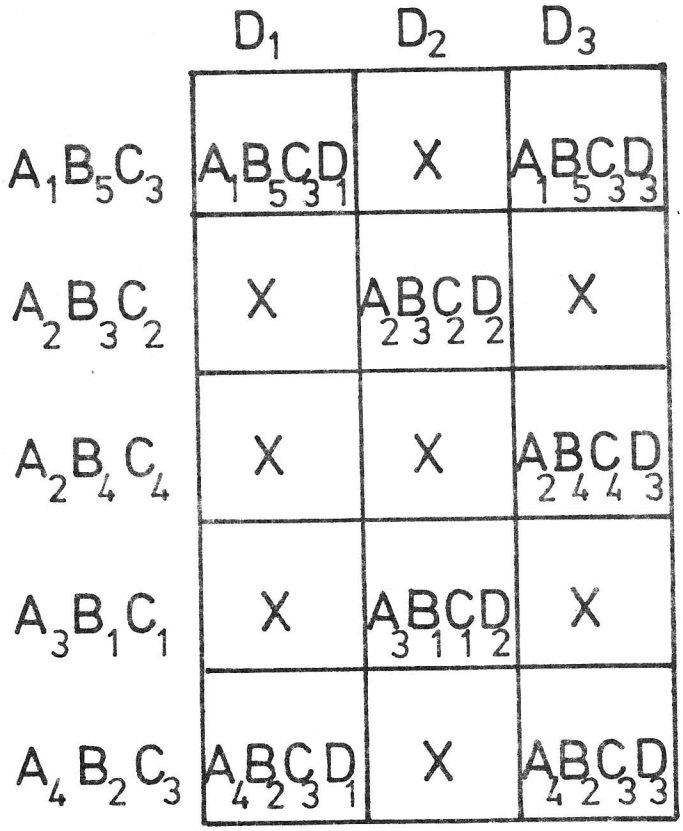


Figura 10.20

Soluţia cu pondere maximală obţinută prin metoda programării dinamice din calculul operaţional [4] este dată de pentasamblarea $A_4B_2C_3D_1E_4$ cu ponderea 0,4x0,5x0,4x1 = 0,080.

Determinarea soluţiei (politicii) A_0F (fig. 10.26) optime, de pondere maximală se realizează pornind de la principiul lui Bellman [4], în conformitate cu care, *o politică este optimă dacă oricare au fost deciziile precedente, deciziile care rămîn să fie luate într-o anumită fază, constituie o politică optimă, ţinînd seama de rezultatele hotărîrilor precedente.*

În cazul exemplului din fig. 10.26, principiul lui Bellman se traduce în următoarea formulare: *„O asamblare este optimă (cu greutate maximă), dacă deciziile care rămîn să fie luate într-o anumită fază constituie asamblări optime ţinînd seama de rezultatul asamblărilor precedente.*

Se notează cu x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, variabilele de decizie referitoare la fiecare tronson:

	E_1	E_2	E_3	E_4
$A\ B_5 C_3 D_1$	X	X	X	$A B C D E_{1\,5\,3\,1\,4}$
$A\ B_5 C\ D_3$	X	$A B C D E_{1\,5\,3\,3\,2}$	$A B C D E_{1\,5\,3\,3\,3}$	X
$A_2 B_3 C_2 D_2$	X	X	$A B C D E_{2\,3\,2\,2\,3}$	X
$A_2 B C_4 D_3$	X	$A B C D E_{2\,4\,4\,3\,2}$	$A B C D E_{2\,4\,4\,3\,3}$	X
$A\ B\ C\ D_{3\,1\,1\,2}$	X	X	$A B C D E_{3\,1\,1\,2\,3}$	X
$A_4 B_2 C_3 D_1$	X	X	X	$A B C D E_{4\,2\,3\,1\,4}$
$A_4 B_2 C_3 D_3$	X	$A B C D E_{4\,2\,3\,3\,2}$	$A B C D E_{4\,2\,3\,3\,3}$	X

Figura 10.21

x_0: A_1, A_2, A_3, A_4
x_1: B_1, B_2, B_3, B_4, B_5
x_2: C_1, C_2, C_3, C_4
x_3: D_1, D_2, D_3
x_4: E_1, E_2, E_3, E_4
Se notează cu:

	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
A_1	0,1	0,3	0,2	0	0,4
A_2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1
A_3	0,5	0,2	0	0,2	0,1
A_4	0	0,4	0	0,3	0,3

Figura 10.22

$V_I(x_0,x_1)$ ponderea biasamblării $A_0A = 1$;
$V_{II}(x_1, x_2)$ ponderea biasamblării AB
$V_{III}(x_2, x_3)$ ponderea biasamblării BC
$V_{IV}(x_3, x_4)$ ponderea biasamblării CD
$V_V(x_4, x_5)$ ponderea biasamblării DE
Ponderea totală a pentasamblării va fi:

$$F(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4) = V_I(x_0, x_1) \times V_{II}(x_1, x_2) \times V_{III}(x_2, x_3) \times V_{IV}(x_3, x_4) \times V_V(x_4, x_5)$$

Se caută dintăi ponderea maximă a biasamblării AB.
Trebuie să avem:

$f_I(B_1) = MAX [f_I(x_1) \times V_{II}(x_1,B_1)]$
$f_I(B_2) = MAX [f_I(x_1) \times V_{II}(x_1,B_2)]$
$f_I(B_3) = MAX [f_I(x_1) \times V_{II}(x_1,B_3)]$
$f_I(B_4) = MAX [f_I(x_1) \times V_{II}(x_1,B_4)]$
$f_I(B_5) = MAX [f_I(x_1) \times V_{II}(x_1,B_5)]$

$f_I(x_1)=1$
$x_1 = A_1A_2A_3A_4$, considerîndu-se vîrful inițial în A_0

sau înlocuind:

$f_I(B_1) = MAX [0,1 \times 1, 0,1 \times 1, 0,5 \times 1, -\infty \times 1] = 0,5 \quad x_1 = A_3$
$x_1 = A_1 \quad x_1 = A_2 \quad x_1 = A_3 \quad x_1 = A_4$
$f_I(B_2) = MAX [0,3 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,4] = 0,4 \quad x_1 = A_4$

	C_1	C_2	C_3	C_4
B_1	0,4	0,1	0,3	0,2
B_2	0,2	0,2	0,5	0,1
B_3	0	0,5	0,2	0,3
B_4	0,3	0	0,3	0,4
B_5	0,2	0,2	0,4	0,2

Figura 10.23

$$f_I(B_3) = \begin{matrix} x_1 = A_1 & x_1 = A_2 & x_1 = A_3 & x_1 = A_4 \\ \text{MAX } [0,2 & 0,3 & -\infty & -\infty] = 0,3 \end{matrix} \quad x_1 = A_2$$

$$f_I(B_4) = \begin{matrix} x_1 = A_1 & x_1 = A_2 & x_1 = A_3 & x_1 = A_4 \\ \text{MAX } [-\infty & 0,3 & 0,2 & 0,3] = 0,3 \end{matrix} \quad x_1 = A_2(A_4)$$

$$f_I(B_5) = \begin{matrix} x_1 = A_1 & x_1 = A_2 & x_1 = A_3 & x_1 = A_4 \\ \text{MAX } [0,4 & 0,1 & 0,1 & 0,3] = 0,4 \end{matrix} \quad x_1 = A_1$$

Notînd cu $f_{I,II}(x_2)$ ponderea maximă a triasamblărilor ABC trebuie să avem:

$$f_{I,II}(C_1) = \text{MAX } [f_{I,II}(x_2) \times V_{III}(x_2C_1)]$$
$$x_2 = B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$$

$$f_{I,II}(C_2) = \text{MAX } [f_{I,II}(x_2) \times V_{III}(x_2C_2)]$$

$$f_{I,II}(C_3) = \text{MAX } [f_{I,II}(x_2) \times V_{III}(x_2C_3)]$$

	D_1	D_2	D_3
C_1	0,3	0,4	0,3
C_2	0,2	0,5	0,3
C_3	0,4	0,1	0,5
C_4	0,3	0,2	0,5

Figura 10.24

$f_{I,II}(C_4) = MAX\ [f_{I,II}(x_2) \times V_{III}(x_2C_4)]$
sau înlocuind,
$f_{I,II}(C_1) = MAX\ [0,5 \times 0,4,\ 4 \times 0,2,\ 0,3 \times (-\infty),\ 0,3 \times 0,3,\ 0,4 \times 0,2] = 0,2$
$x_2=B_1 \quad x_2 = B_2 \quad x_2 = B_3 \quad x_2 = B_4 \quad x_2 = B_5$
$(x_2 = B_1)$
$f_{I,II}(C_2) = MAX\ [0,5 \times 0,1,\ 0,4 \times 0,2,\ 0,3 \times 0,5,\ 0,3 \times (-\infty),\ 0,4 \times 0,2] = 0,15$
$x_2 = B_1 \quad x_2 = B_2 \quad x_2 = B_3 \quad x_2 = B_4 \quad x_2 = B_5$
$(x_2 = B_3)$
$f_{I,II}(C_3) = MAX\ [0,3 \times 0,3,\ 0,4 \times 0,5,\ 0,3 \times 0,2,\ 0,3 \times 0,2,\ 0,4 \times 0,4] = 0,2$

$x_2 = B_1 \quad x_2 = B_2 \quad x_2 = B_3 \quad x_2 = B_4 \quad x_2 = B_5$
$(x_2 = B_2)$
$f_{I,II}(C_4) = MAX\ [0,5 \times 0,2,\ 0,4 \times 0,1,\ 0,3 \times 0,3,\ 0,3 \times 0,4,\ 0,4 \times 0,2] = 0,12$
$x_2 = B_1 \quad x_2 = B_2 \quad x_2 = B_3 \quad x_2 = B_4 \quad x_2 = B_5$
$(x_2 = B_4)$

În mod similar, pentru quatroasamblările ABCD, vom avea:
$f_{I,II,III}(D_1) = MAX\ [f_{I,II,III}(x_2) \times V_{IV}(x_3D_1)]$
$x_2 = C_1, C_2, C_3, C_4$

	E_1	E_2	E_3	E_4
D_1	0	0	0	0
D_2	0	0,4	0,5	0,1
D_3	0,1	0,4	0,4	0,1

Figura 10.25

$f_{I,II,III}(D_2) = MAX\ [f_{I,II,III}(x_2) \times V_{IV}(x_3D_2)]$
$f_{I,II,III}(D_3) = MAX\ [f_{I,II,III}(x_2) \times V_{IV}(x_3D_3)]$
sau, înlocuind,
$f_{I,II,III}(D_1) = MAX\ [0,2 \times 0,3 \quad 0,15 \times 0,2 \quad 0,2 \times 0,4 \quad 0,2 \times 0,3] = 0,08$
$x_2 = C_1 \quad x_2 = C_2 \quad x_2 = C_3 \quad x_2 = C_4$
$(x_2 = C_3)$
$f_{I,II,III}(D_2) = MAX\ [0,2 \times 0,4 \quad 0,15 \times 0,5 \quad 0,2 \times 0,1 \quad 0,2 \times 0,2] = 0,08$
$x_2 = C_1 \quad x_2 = C_2 \quad x_2 = C_3 \quad x_2 = C_4$
$(x_2 = C_1)$
$f_{I,II,III}(D_3) = MAX\ [0,2 \times 0,3 \quad 0,15 \times 0,3 \quad 0,2 \times 0,5 \quad 0,2 \times 0,5] = 0,01$
$x_2 = C_1 \quad x_2 = C_2 \quad x_2 = C_3 \quad x_2 = C_4$
$(x_2 = C_3)$
$(x_2 = C_4)$

iar pentru quintasamblările ABCDE,
$f_{I,II,III,IV}(E_1) = MAX\ [f_{I,II,III,IV}(x_3) \times V_3(x_4E_1)]$
$x_3 = D_1, D_2, D_3$
$f_{I,II,III,IV}(E_2) = MAX\ [f_{I,II,III,IV}(x_3) \times V_V(x_4E_2)]$
$f_{I,II,III,IV}(E_3) = MAX\ [f_{I,II,III,IV}(x_3) \times V_V(x_4E_3)]$
$f_{I,II,III,IV}(E_4) = MAX\ [f_{I,II,III,IV}(x_3) \times V_3(x_4E_4)]$
sau înlocuind,

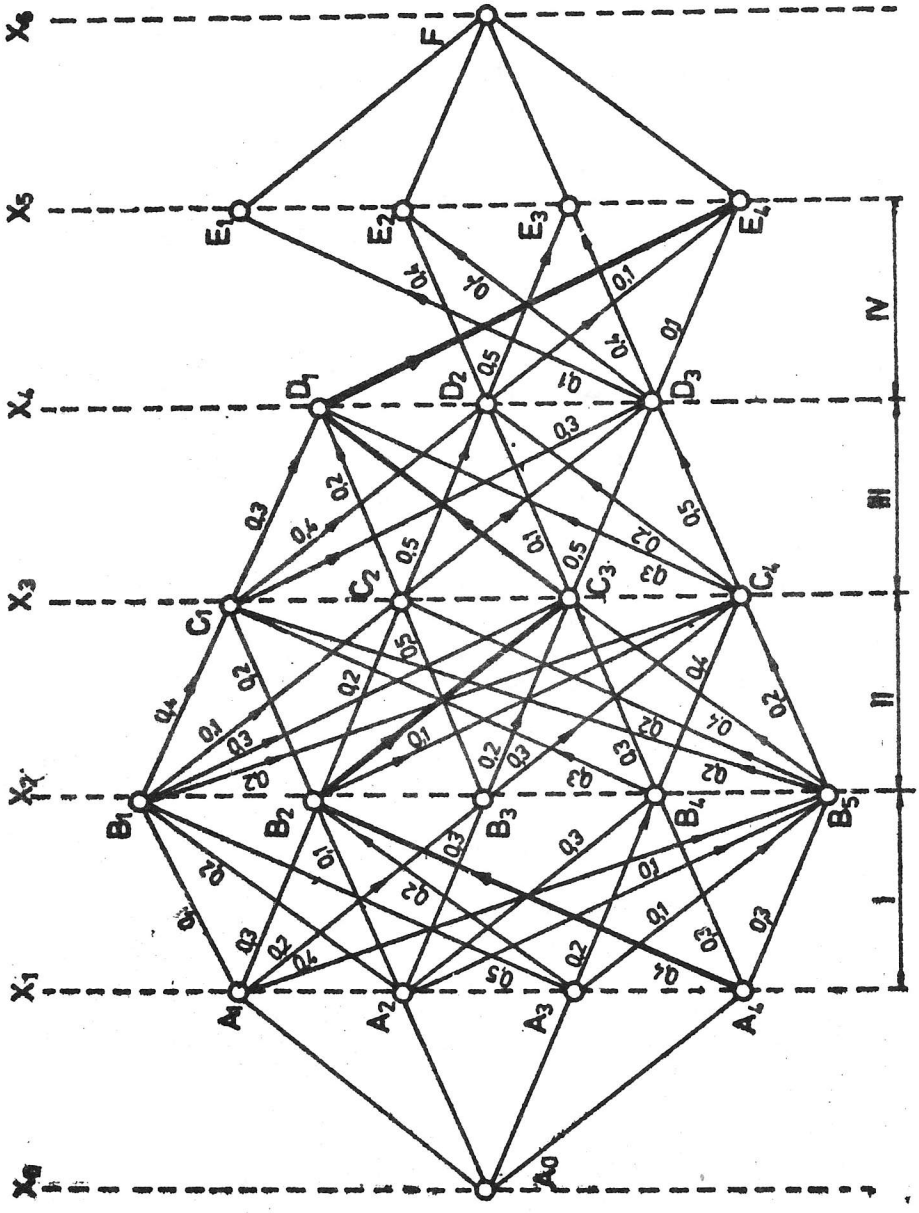

X6
X5
X4
X3
X2
X1
X0
F
E1
E2
E3
E4
D1
D2
D3
C1
C2
C3
C4
B1
B2
B3
B4
B5
A1
A2
A3
A4
A0
IV
III
II
I

Figura 10.26

$f_{I,II,III,IV}(E_1) = MAX\ [0,08 \times (-\infty)\ \ 0,08 \times (-\infty)\ \ 0,1 \times 0,1)] = 0,01$
$x_3 = D_1 \quad x_3 = D_2 \quad x_3 = D_3$

$(x_3 = D_3)$

$f_{I,II,III,IV}(E_2) = MAX\ [0,08 \times (-\infty)\ \ 0,08 \times 0,4\ \ 0,1 \times 0,4)] = 0,04$
$x_3 = D_1 \quad x_3 = D_2 \quad x_3 = D_3$

$(x_3 = D_3)$

$f_{I,II,III,IV}(E_3) = MAX\ [0,08 \times (-\infty)\ \ 0,08 \times 0,5\ \ 0,1 \times 0,4)] = 0,04$
$x_3 = D_1 \quad x_3 = D_2 \quad x_3 = D_3$

$(x_3=D_2)$
$(x_3 = D_3)$

$f_{I,II,III,IV}(E_4) = MAX\ [0,08 \times 1\ \ 0,08 \times 0,1\ \ 0,1 \times 0,1)] = 0,08$
$x_3 = D_1 \quad x_3 = D_2 \quad x_3 = D_3$

$(x_3 = D_1)$

Prin urmare, ponderea maximă a soluţiilor de combinare este 0,08 şi este dată de quintasamblarea:

$A_4B_2C_3D_1E_4 = 0,4 \times 0,5 \times 0,4 \times 1 = 0,08$

În mod similar se pot stabili şi soluţiile cu pondere imediat următoare:

$A_1B_5C_3D_1E_4 = 0,4 \times 0,4 \times 0,4 \times 1 = 0,064$
$A_3B_1C_1D_1E_4 = 0,5 \times 0,4 \times 0,3 \times 1 = 0,060$
$A_1B_2C_3D_1E_4 = 0,3 \times 0,5 \times 0,4 \times 1 = 0,060$

Primele două soluţii, cu pondere maximală şi imediat inferioară $A_4B_2C_3D_1E_4$ şi $A_1B_5C_3D_1E_4$ se regăsesc şi în cele zece quintasamblări reţinute prin cercetarea morfologică secvenţial-selectivă, aplicată în paragraful precedent pe o aceeaşi morfologie.

Cercetarea morfologică ponderată, selectivă, prin divizarea pe submorfologii, folosind optimizarea prin programare dinamică reprezintă una din cele mai indicate metode pentru depistarea combinaţiilor (r-asamblărilor) viabile, ca bază de discuţie pentru noile creaţii tehnice, oferind o bază logică - deterministă pentru noile soluţii, cu implicaţii nu numai de ordin calitativ, ci şi cantitativ.

Acest gen de cercetare prezintă însă şi un important neajuns:

- considerîndu-se biasamblările secvenţial, independent, se neglijează intercondiţionarea şi interinfluenţarea acestora;
- o biasamblare neinteresantă A_iB_j, luată separat, poate căpăta noi calităţi în cadrul unei triasamblări $A_iB_jC_k$ sau a unei pentasamblări $A_iB_jC_kD_lF_m$, în noile asamblări luîndu-se în consideraţie pierderile sau cîştigurile calitative numai a asamblărilor reţinute iniţial.

10.2.5. *Cercetarea morfologică prin enumerarea ordonată (lexicografică)*

Din multitudinea metodelor de enumerare ordonată a tuturor r-asamblărilor, fără omisii sau repetiţii, este recomandabilă metoda lexicografică, în conformitate cu care, r-asamblările se ordonează în ordinea crescătoare a sumei indicilor elementelor componente.

De exemplu, fie următoarele trei ansamble formatoare:

$A = \{A_1, A_2, A_3\}$ $B = \{B_1, B_2, B_3, B_4\}$ $C = \{C_1, C_2\}$

Se formează în ordine, triasamblările cu suma indicilor minimă - trei, apoi 4,5,... pînă la maxim 9.

nivel

3 A_1, B_1, C_1

4 A_1, B_1, C_2 A_1, B_2, C_1 $A_2B_1C_1$

5 A_1, B_3, C_1 A_1, B_2, C_2 $A_2B_1C_2$ A_2, B_2C_1 A_3, B_1, C_1

6 A_1, B_3, C_2 A_1, B_4, C_1 A_2, B_2, C_2 A_2, B_3C_1 A_3, B_1, C_2 A_3, B_2C_1

7 A_1, B_4, C_2 A_2, B_3, C_2 A_2, B_4, C_1 A_3, B_2C_2 A_3, B_3, C_1

8 A_2, B_4, C_2 A_3, B_3, C_2 A_3, B_4, C_1

9 A_3, B_4, C_2

Conform relaţiei (10.4) rezultă:

$N = 3 \times 4 \times 2 = 24$ soluţii

Grafic, cele 24 triasamblări se pot transpune într-o reţea vectorială, ca în fig.10.27.

Această metodă permite evidenţierea şi reprezentarea tuturor celor $\alpha x \beta x \gamma x \delta x \ldots x \rho$ r-asamblări ale morfologiei

$A = \{A_1\ A_2\ \ldots\ A_\alpha\}$ $B = \{B_1\ B_2\ \ldots\ B_\beta\}$ ... $R = \{R_1\ R_2\ \ldots\ R_\rho\}$ dacă numărul de ansamble formatoare şi de elemente în cadrul ansamblărilor este redus. În caz contrar, chiar prin listarea pe calculator, listingul este greu de urmărit şi cu atît mai mult, de folosit ca stimulent în creaţia tehnică.

De multe ori, soluţiile constructiv-funcţional-tehnologice se clasifică din mai multe puncte de vedere - ansamble formatoare, iar fiecare ansamblu formator are un număr sporit de elemente (α, β,... ρ, mari), situaţii în care numărul r-asamblărilor $N = \alpha \bullet \beta \bullet \ldots \rho$, rezultă de ordinul miilor, zecilor de mii sau chiar a sutelor de mii, complicînd mult chiar şi cercetările morfologice secvenţial-selective.

Pentru a aborda şi asemenea cazuri au fost imaginate şi alte metode de cercetare morfologică, mai mult sau mai puţin subiective şi supuse hazardului, bazate pe baleiajul parţial-aleatoriu al morfologiilor.

În această categorie intră *„cercetarea morfologică prin randomizare"* (exploarare stochastică, extragere aleatoare), *„cercetarea morfologică prin avansare aleatorie"* şi *cercetare morfologică prin asemănare* [3].

Considerăm că toate cele trei metode, ca urmare a caracterului subiectiv-aleatoriu, fac în mai mică măsură parte din logica proiectării creative şi în mai mare măsură din psihologia creaţiei, bază a metodelor psihologice-intuitive.

Datorită importanţei pe care o prezintă pentru mecanismul inventării mintale, prin modificările treptate şi vizualizării succesive, se prezintă, în continuare, ultimile două metode de investigare morfologică.

10.2.6. *Cercetarea morfologică prin avansare aleatorie*

Această metodă se bazează pe examinarea treptată a r-asamblărilor, trecînd de la o r-asamblare la r-asamblarea vecină, prin modificarea unui singur indice, a unui element dintr-un singur ansamblu formator, parcurgînd treptat un anumit traseu din graful

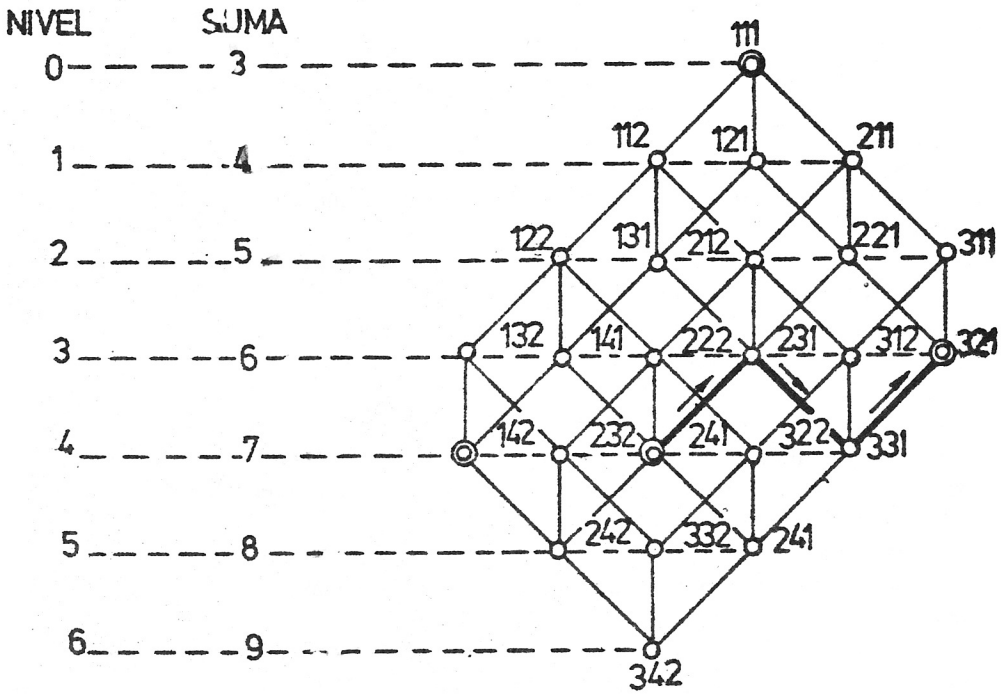


Figura 10.27

corespunzător. În acest sens, de la triasamblarea $A_2B_1C_2$ se va trece dintîi în $A_3B_1C_2$, $A_2B_2C_2$, $A_1B_1C_2$ sau $A_2B_1C_1$.

Dacă se consideră exemplul din paragraful precedent, cu trei ansamble formatoare, $A = \{A_1, A_2, A_3\}$ $B = \{B_1, B_2, B_3, B_4\}$ și $C = \{C_1, C_2\}$

cărora le corespunde reţeaua vectorială din fig. 10.26, un drum posibil de modificări succesive pînă la atingerea unei variante convenabile ar putea fi:
$A_1B_1C_1$ - $A_1B_1C_2$ - $A_2B_1C_2$ - $A_2B_1C_1$ - $A_2B_2C_1$ - $A_2B_3C_1$ - $A_1B_3C_1$ - $A_1B_4C_1$ - $A_1B_4C_2$

10.2.7. *Cercetarea morfologică prin asemănare*

Prin definiţie [3], două r-asamblări la care toate perechile de elemente sînt identice, cu excepţia unei perechi, a cărei indici diferă cu ± 1, au o asemănare ordonată de ordinul 1. Dacă suma valorilor absolute ale diferenţei dintre indici este 2, asemănarea ordonată este de ordinul 2 etc.

De exemplu, perechea de pentasamblări,

A_1 B_3 C_2 D_1 E_2

A_2 B_3 C_3 D_2 E_2

şi perechea,

A_1 B_3 C_2 D_1 E_2

A_1 B_3 C_2 D_4 E_2

au o asemănare ordonată de ordinul trei sau extinzînd noţiunea de „distanţă Hamming" [3] folosită în informatică, cele două perechi de pentasamblări diferă printr-o distanţă Hamming generalizată de ordinul 3.

Reluînd exemplul din fig. 10.27, se alege arbitrar o triasamblare de la care se pleacă, de exemplu, $A_2B_4C_1$ şi a cărei vecini apropiaţi sînt $A_2B_2C_1$, $A_1B_3C_1$, $A_3B_3C_1$, din rîndul cărora este interesant de exemplu $A_3B_3C_1$, cu vecini apropiaţi $A_3B_4C_1$şi $A_3B_2C_1$, ultimul fiind reţinut ca o combinaţie demnă de a fi aprofundată ca o nouă invenţie.

S-a parcurs astfel un drum $A_2B_4C_1$ - $A_2B_3C_1$ - $A_3B_3C_1$ - $A_3B_2C_1$. Evident se poate proceda şi prin analiza treptată a vecinilor de ordinul 2 (separaţi prin spaţii generalizate Hamming de ordinul 3 etc.)

10.2.8. *Cercetarea morfologică prin diagrame de idei*

Metodele de cercetare morfologică expuse anterior prezintă marele avantaj că pun în evidenţă toate combinaţiile posibile cu elemente formatoare cunoscute. Fiecare ansamblu formator, fiecare criteriu de clasificare, cuprinde toate soluţiile cunoscute la un moment dat, noutatea putînd să rezulte numai din noile combinaţii de elemente cunoscute, reprezentînd în felul acesta un sistem *închis* de asamblări cunoscute, necunoscute (incompatibile sau viabile) numai de elemente cunoscute la un anumit nivel de dezvoltare a tehnicii în domeniu.

În felul acesta, se exclud din analiza morfologică unele soluţii-asamblări care ar rezulta din apariţia de noi soluţii chiar în ansamblele formatoare A,B,...R, în cadrul cărora, pe lîngă termenii A_i, B_j ... R_r ar putea să apară la un stadiu superior de dezvoltare al tehnicii, noi soluţii, simbolizate prin termenii A_{i+1}, A_{i+2} ...; B_{j+1}, B_{j+2}; ... R_{r+1}, R_{r+2}.

Din acest punct de vedere, matricile şi grafurile reprezintă sisteme închise, neoferind noi căi de realizare de r-asamblări viabile.

De asemenea, prin caracterul simbolizat al r-asamblărilor, matricile şi grafurile supun în timpul cercetării morfologice pe inventatori la eforturi deosebite de vizualizare, uneori de-a dreptul stressante. Este evident că inventatorul dotat cu o înaltă capacitate de a vizualiza, de a vedea cu ochii minţii, poate rezolva uneori operativ cercetarea morfologică pe baza metodelor expuse anterior, dar şi pentru acesta vizualizarea poate fi ajutată şi stimulată.

Este foarte greu de stăpînit şi de a avea în minte simultan multitudinea informaţiilor asupra soluţiilor constructiv-funcţionale-tehnologice existente; dimpotrivă, vizual, proiectantul are capacitatea de a se concentra simultan asupra unui număr mare de soluţii, distingîndu-le uşor între ele. Cel mai important mijloc de vizualizare îl reprezintă diagrama ideilor, care într-o singură planşă, pe baza criteriilor de clasificare elaborate anterior, conţine ansamblul soluţiilor existente. Elaborarea diagramei ideilor începe cu fixarea domeniilor mai largi, apoi a subdomeniilor, a tipurilor, a variantelor constructiv-funcţionale ş.a.m.d. (fig. 10.28).

Prezentarea domeniilor, subdomeniilor, tipurilor, variantelor constructiv-funcţionale etc. se face pe bază de scheme de principiu din care să rezulte clar soluţia de bază şi are un caracter deschis. Este evident că diagrama ideilor este cu atît mai completă cu cît mai amplă a fost informarea. Caracterul deschis al diagramei ideilor reprezintă una din cele mai importante surse de inspiraţii, de găsire de noi combinaţii, în cadrul aceluiaşi nivel de clasificare de noi soluţii tehnice.

10.2.9. *Exemplu de diagramă a ideilor*

Se consideră cazul frezelor frontale armate cu plăcuţe din carburi metalice sinterizate, diagrama ideilor fiind elaborată la nivelul anului 1969, anul realizării primului brevet românesc de freză frontală cu ascuţire continuă (brevet românesc 59323 - freză cu dinţi demontabili armaţi cu plăcuţe metaloceramice, autor Belous V., Cojocaru Gh., Stan M. şi Simon Al.). Drept criteriu de clasificare a domeniilor s-a stabilit *legătura dintre plăcuţă şi corp şi modul de restabilire a calităţilor aşchietoare* distingîndu-se 5 domenii cunoscute. Pentru clasificarea în subdomenii, s-a stabilit drept criteriu de clasificare *soluţia constructiv-funcţională* a legăturii dintre plăcuţă şi corp.

Pe baza analizei şi sintezei informaţiilor din revistele de referate, recenzii şi semnalare, brevete, standarde, norme departamentale interne, prospecte, cataloage şi reclame, articole de specialitate şi monografii, a rezultat diagrama ideilor din fig. 10.29.

Pentru simplificarea diagramei şi pentru uşurinţa vizualizării n-au fost reprezentate soluţiile constructiv-funcţionale nediferenţiate esenţial faţă de cele de bază.

Analiza atentă a diagramei ideilor în ce priveşte domeniile, conduce la următoarele concluzii critice de bază:

a) Frezele frontale cu plăcuţe brazate de colţ sau cu dinţi demontabili prezintă avantajul robusteţii şi al numărului mare de reascuţiri, dar şi dezavantajul unei exploatări laborioase, prin reascuţiri „dinte cu dinte", care - chiar pe utilaje specializate - durează

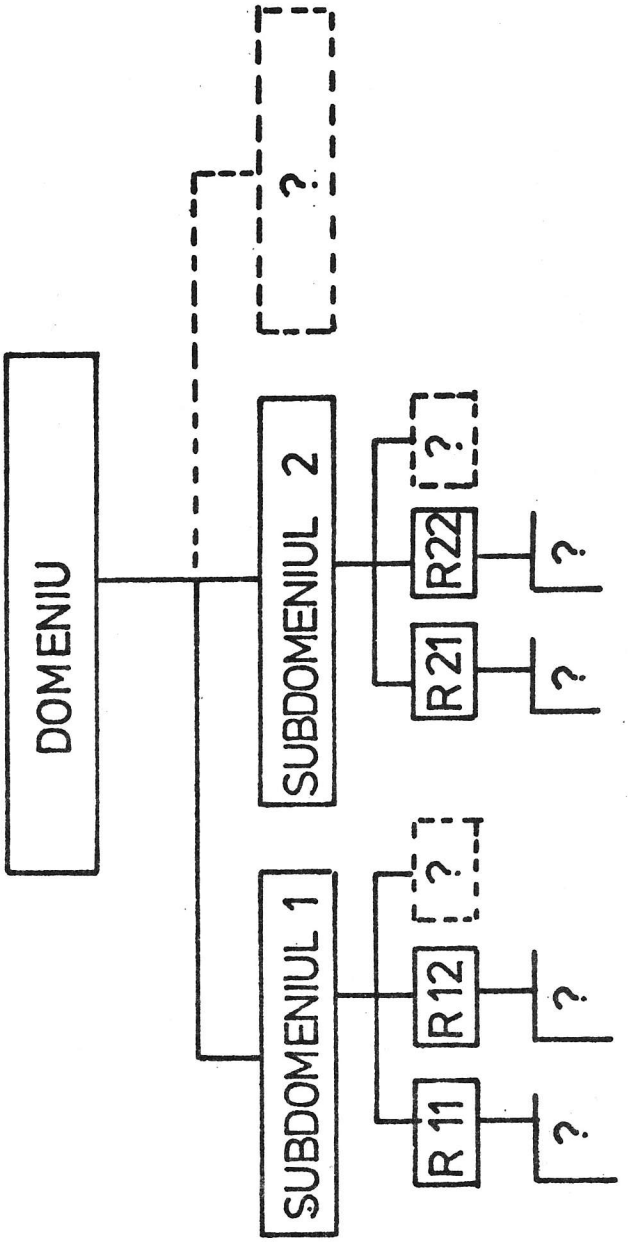


Figura 10.28

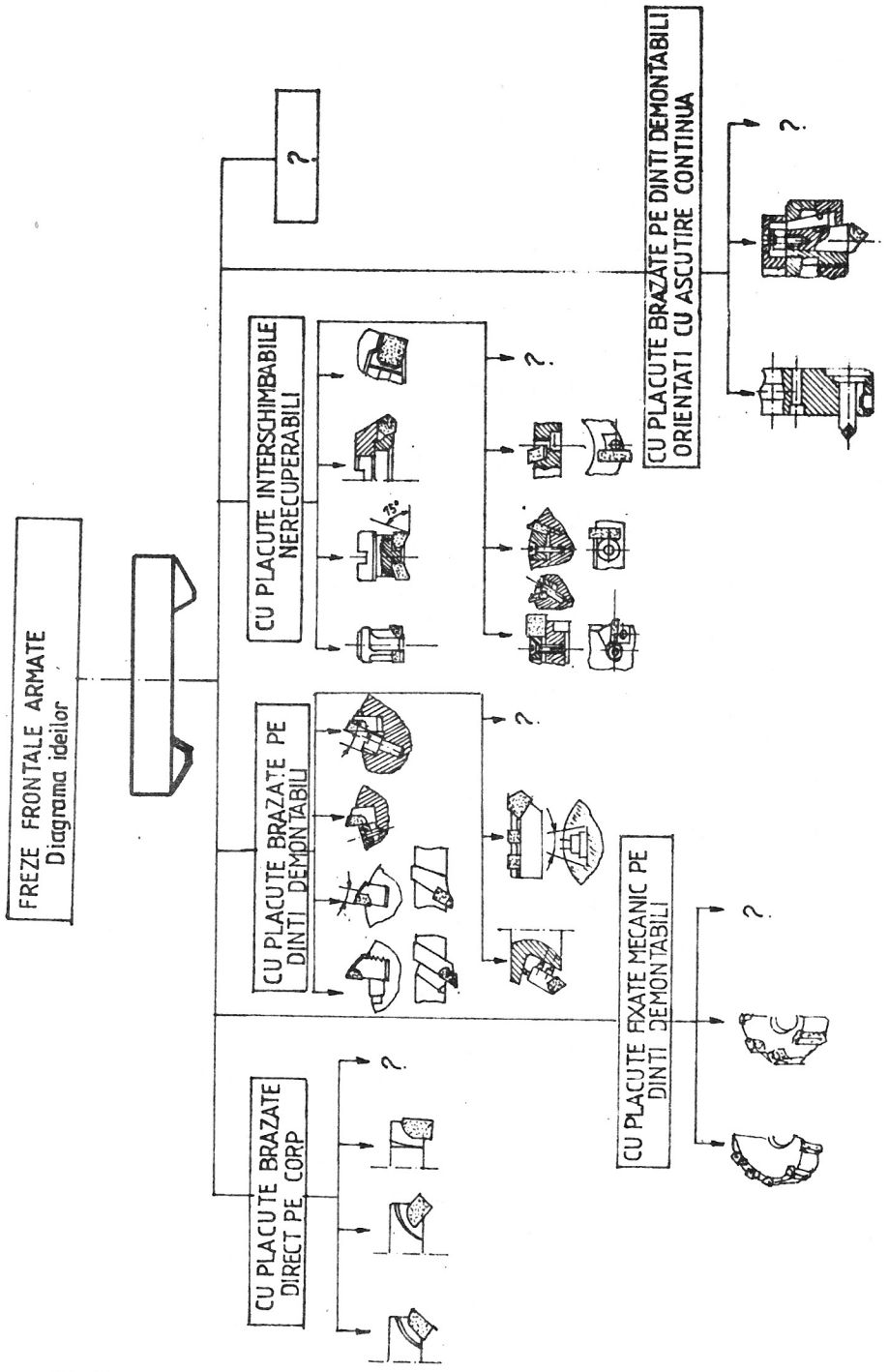

FREZE FRONTALE ARMATE
Diagrama ideilor
CU PLACUTE BRAZATE DIRECT PE CORP
CU PLACUTE BRAZATE PE DINTI DEMONTABILI
CU PLACUTE INTERSCHIMBABILE NERECUPERABILI
CU PLACUTE FIXATE MECANIC PE DINTI DEMONTABILI
CU PLACUTE BRAZATE PE DINTI DEMONTABILI ORIENTATI CU ASCUTIRE CONTINUA
?

Figura 10.29

cîteva ore.

b) Frezele cu plăcuţe nerecuperabile fixate de corp sau pe dinţi demontabili, se exploatează simplu, restabilirea calităţilor aşchietoare efectuîndu-se prin simpla rotire periodică a plăcuţelor sau schimbarea acestora, dar prezintă şi un mare dezavantaj, cel al folosirii de un număr redus de ori a fiecărei plăcuţe, cu o utilizare neraţională a materialului acesteia - de regulă deficitar.

c) Frezele cu plăcuţe brazate pe dinţi demontabili - orientabili cu ascuţire continuă elimină dezavantajele primelor două categorii de freze, prin aceea că admit un număr mare de reascuţiri, deci o utilizare raţională a carburilor metalice sinterizate şi prin faptul că reascuţirile se execută tehnologic-continuu printr-o simplă rectificare a suprafeţelor de aşezare, în numai cîteva minute, pe utilaje universale de ascuţit sau rectificat. Cu toate acestea, frezele cu ascuţire continuă, cu plăcuţe brazate pe dinţi orientabili, prezintă dezavantajul utilizării neraţionale a corpului dintelui, care este nerecuperabil după epuizarea rezervei de reascuţire a plăcuţei.

Pe baza analizei critice comparative a celor cinci domenii, constatîndu-se avantajele substanţiale ale ascuţirii continue, se poate formula, direct din diagrama ideilor, următoarea temă generală de creaţie tehnică: *„Sinteza unor freze frontale cu plăcuţe fixate mecanic cu ascuţire continuă"*.

Analizîndu-se soluţiile constructiv-funcţionale ale celui mai nou subdomeniu de freze frontale armate, cel al frezelor cu ascuţire continuă (fiind cunoscute în 1969 freza Vanek-Polak brevet cehoslovac 114699 şi freza Romascon iniţială, brevet românesc 59323) s-a constatat pe de o parte, simplificarea dintelui demontabil armat la freza Romascon, prin introducerea elementului intermediar orientabil, care elimină pinionul în structura dintelui de la soluţia Vanek-Polak, iar pe de altă parte, la ambele soluţii - dezavantajul complexităţii constructiv-tehnologice. Pe această bază, s-a formulat şi o a doua temă de creaţie tehnică în subdomeniul frezelor armate cu dinţi cu plăcuţe brazate cu ascuţire continuă: *„Sinteza unei freze frontale cu plăcuţe brazate pe dinţi orientabili, cu ascuţire continuă, cu schimbare individuală a poziţiei dinţilor pentru reascuţire"* (întrucît orientarea simultană a dinţilor prin intermediul unei transmisii dinţate de precizie nu aduce avantaje substanţiale).

Rezolvîndu-se tema generală de creaţie tehnică, s-a conturat în ultimii 12 ani un nou domeniu, cel de al 6-lea, al frezelor frontale cu plăcuţe fixate mecanic cu ascuţire continuă, cu două subdomenii, cel al frezelor cu plăcuţe fixate mecanic direct de corp şi cel al frezelor cu plăcuţe fixate mecanic pe dinţi demontabili-orientabili, concretizate numai la laboratorul de scule aşchietoare al Politehnicii din Iaşi, prin 12 brevete româneşti, iar prin rezolvarea celei de a doua teme de creaţie, mai îngustă, s-au realizat şi aplicat industrial alte 7 brevete, cu o eficienţă economică anuală de cîteva zeci de milioane lei.

Este evident că la nivelul anului 1991 diagrama ideilor pentru frezele frontale armate arată altfel decît cea reprezentată în fig. 10.29., fiind mai oportune diagramele de idei detaliate, pentru fiecare subdomeniu.

10.2.10. *Cercetarea morfologică prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice*

Pornind de la constatarea că diagrama ideilor asigură o vizualizare eficientă a stadiului actual al tehnicii şi reprezintă o importantă sursă de inspiraţii datorită caracterului său deschis, dar că nu evidenţiază noile combinaţii posibile şi că, pe de altă parte, matricea morfologică a ideilor, cu toate că scoate în evidenţă atît soluţiile existente cît şi cele posibile, nu permite o vizualizare a stadiului tehnicii, am propus [5], [7] o reprezentare sintetică, în care să fie reunite diagrama şi matricea morfologică a ideilor, cu toate atributele pozitive ale acestora, care să constituie de fapt *obiectul generalizat al creaţiei tehnice*.

Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice devine deosebit de dificilă atunci cînd numărul ansamblelor formatoare A, B, ..., R şi al elementelor din cadrul acestora este mare.

Impasul poate fi depăşit pe următoarele căi de bază:

- elaborarea obiectelor generalizate ale creaţiei, cu generalitate diminuată (submorfologii);
- precedarea elaborării obiectului generalizat al creaţiei tehnice de aplicarea unor metode selective de cercetare morfologică sau ponderată prin divizare pe submorfologii.

Metoda obiectului generalizat al creaţiei, presupune următoarele etape de bază:

- listarea;
- schematizarea principială a fiecărui element din ansamblele formatoare;
- elaborarea obiectului generalizat al creaţiei;
- eliminarea variantelor incompatibile;
- evidenţierea variantelor aparent incompatibile;
- evidenţierea, evaluarea şi critica variantelor existente;
- restrîngerea obiectului creaţiei tehnice, corelată cu critica variantelor existente;
- analiza inginerească a variantelor posibile;
- detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creaţie.

Prezentarea amănunţită a acestor etape va fi redată în continuare în cadrul aplicării practice a metodelor logice-deductive de creaţie.

10.2.11. *Exemplu de obiect generalizat al creaţiei tehnice*

În fig. 10.30 este reprezentat obiectul generalizat al creaţiei tehnice, constituit de *„Freza frontală armată cu plăcuţe dure"* - sinteză a diagramei şi a matricei spaţiale corespunzătoare de idei din fig. 10.17 şi 10.29.

S-au folosit cele trei criterii de clasificare din matricea din fig. 10.17.

B - după modul de restabilire a calităţilor aşchietoare;

C - după modul de poziţionare-fixare a plăcuţei de corpul frezei;

D - după soluţia constructiv-funcţională a poziţionării-fixării plăcuţei.

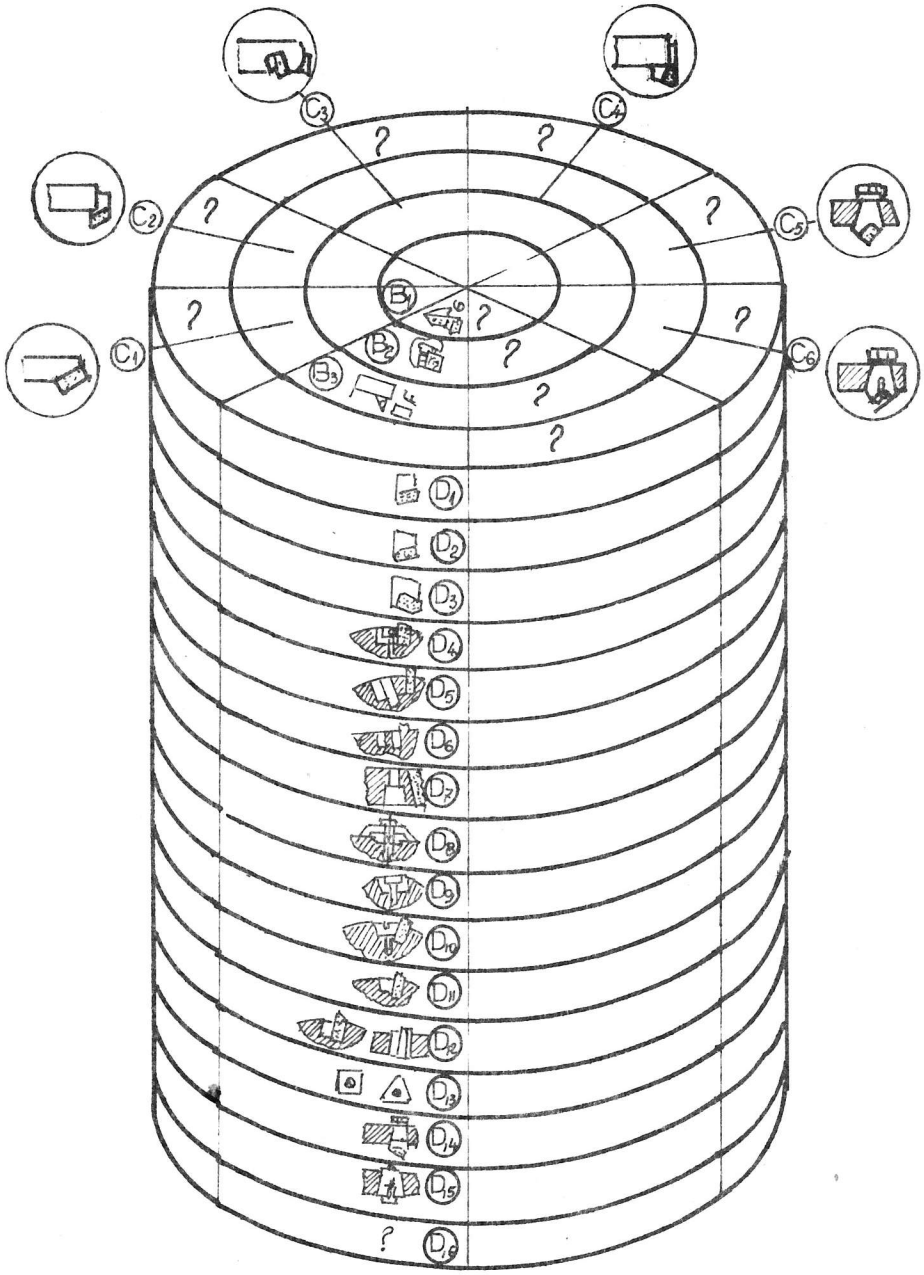

C3
C4
C2
C5
C1
C6
B1
B2
B3
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
D15
?
D16

Figura 10.30

Freza frontală armată generalizată este reprezentată în fig. 10.30 şi constituie sinteza a 3x6x15 = 270 combinaţii posibile, dintre care unele sînt cunoscute, iar altele necunoscute; dintre acestea unele trebuie eliminate ca incompatibile, iar altele trebuie analizate, întrucît - în urma rezolvării lor concrete - pot conduce la construcţii deosebit de eficiente. În acest sens:

- Soluţia $B_1C_2D_7$, freză frontală cu dinţi demontabili armaţi prin brazare fixaţi în pene radiale U, cu ascuţire dinte cu dinte, este un cunoscut produs de serie, denumit curent „freză Walter".

- Soluţia $B_2C_3D_5$, freză frontală cu plăcuţe schimbabile nerecuperabile, fixate cu pană directă şi şurub diferenţial, este cunoscută sub formă de produse de serie ale firmelor I.S. Rîşnov, Coromant, Fagersta, Valenite etc.

- Soluţia $B_2C_4D_8$, freză frontală cu dinţi demontabili armaţi, cu plăcuţe schimbabile fixate mecanic prin intermediul bridelor este de asemenea cunoscută, fiind aplicată în special pe frezele produse în URSS.

- Soluţiile $B_3C_1D_1$, $B_3C_1D_2$, $B_3C_1D_3$, ..., $B_3C_1D_{15}$, freze frontale cu plăcuţe brazate direct de corp, cu ascuţire continuă, sînt incompatibile, ca urmare a poziţiei fixe a plăcuţei în raport cu corpul, ceea ce nu permite reascuţirea continuă şi ca atare trebuie eliminate din discuţii.

- Soluţiile $B_2C_1D_1$, $B_2C_1D_2$, $B_2C_1D_3$, respectiv $B_2C_2D_1$, $B_2C_2D_2$ şi $B_2C_2D_3$ sînt de asemenea incompatibile, ca urmare a faptului că plăcuţele schimbabile nerecuperabile, nu pot fi fixate decît mecanic şi în nici un caz brazate-fixe.

- Soluţia $B_3C_5D_{14}$, freză frontală cu dinţi tronconici demontabili armaţi prin brazare, cu orientatre variabilă şi ascuţire continuă reprezintă o soluţie nouă; studiată şi concratizată în cîteva variante constructiv-funcţionale la Catedra de maşini-unelte şi scule a Institutului Politehnic din Iaşi, noua soluţie a condus la elaborarea şi valorificarea a 10 noi invenţii, aplicate la Institutul Politehnic Iaşi, ISEH Focşani, Întreprinderea Mecanică Nicolina, care le produc în serie pentru alte peste 100 de întreprinderi din ţară, realizîndu-se în ultimii 5 ani o producţie de peste 180 milioane lei, cu beneficii de peste 50 milioane lei şi cu o eficienţă economică la beneficiar de ordinul a sutelor de milioane lei.

- Soluţia $B_3C_6D_5$, freză frontală cu dinţi tronconici cu plăcuţe fixate mecanic, cu ascuţire continuă, constituie de asemenea o soluţie nouă, prin ale cărei concretizări constructiv-funcţionale au fost sintetizate alte şase invenţii aplicate în producţie de serie a atelierului pilot al Catedrei de maşini-unelte şi scule a Institutului Politehnic din Iaşi.

- Soluţia $B_3C_3D_9$, freză frontală cu plăcuţe schimbabile fixate mecanic cu pene cilindrice teşite, cu ascuţire continuă, cu toate că la prima vedere pare incompatibilă, ca urmare a incompatibilităţii dintre amovibilitate, legată de nerecuperare şi reascuţire, a generat alte trei invenţii care permit recuperarea prin reascuţire a plăcuţelor schimbabile „nerecuperabile", printr-o anumită poziţionare a acestora şi prin întoarcerea cu 180° la ascuţire.

10.3. Problemele de bază ale programării matematice în căutările creative

După cum a rezultat deja din capitolul 1, în conformitate cu clasificarea A.I. Polovinkin şi a colaboratorilor [1], constructorul modern trebuie să rezolve în căutările sale trei tipuri de probleme:

I - căutarea şi alegerea principiului fizic adecvat.

II - căutarea şi determinarea soluţiei tehnice raţionale pentru principiul fizic stabilit, prin structura de ansamblu, prin forma elementelor funcţionale, prin materiale, prin numărul de elemente, prin amplasare relativă a acestora, prin sensul fluxului energetic etc.

III - determinarea mărimilor optime ale parametrilor pentru soluţia tehnică definitivată.

Cel de al treilea tip de probleme, rezolvabile prin proiectarea optimală, nu reprezintă de fapt probleme de creaţie tehnică, întrucît nu conduce decît la mutaţii cantitative nebrevetabile; cu acest tip de probleme inventatorul se întîlneşte într-o etapă înaintată pe traseul inventicii - în etapa realizării, experimentării, optimizării şi omologării prototipului experimental - etapă căreia îi este consacrat un capitol special în prezentul manual.

Aşa cum a rezultat însă din cercetările autorului [7], [8], [9], precum şi din monografia redactată de colectivul A.I. Polovinkin, programarea matematică, cu toate că s-a dezvoltat substanţial în ultimii ani, şi-a limitat artificial domeniul de aplicare la cel al determinării valorilor optimale, neglijîndu-se posibilităţile utilizării la problemele de tip I şi în special la cele de tip II - generatoare de soluţii originale, brevetabile.

Aşa cum a rezultat din cel de al patrulea capitol al acestei lucrări, structurile optime determinabile prin algoritmul Bellman sau formele optime, cum sînt: şoseaua rectilinie, jghiabul în formă de brahistocronă, conducta circulară, care se pot obţine prin calcul variaţional, au fost la timpul lor elemente brevetabile.

Folosirea metodelor programării matematice în rezolvarea problemelor de căutare creativă de tip II permite de asemenea şi o creştere a preciziei soluţiilor obţinute. Parţial, folosirea cu totul restrînsă a programării matematice în creaţia tehnică este justificată de lipsa modelelor matematice de estimare a unei largi clase de soluţii tehnice; dar astăzi programarea matematică este ea însăşi în expansiune şi a făcut paşi uriaşi în acest sens. În multe ţări s-au elaborat pachete de programe aplicative în domeniul electronicii, mecanicii construcţiilor, hidraulicii, aerodinamicii, termotehnicii etc. care au lărgit posibilităţile de calcul ale unei ample familii de forme şi structuri ale soluţiilor constructive. În ultimul timp, au fost elaborate sisteme universale de modelare matematică a celor mai diferite obiecte inginereşti şi ale soluţiilor acestora, ca de exemplu sistemul NASTRAN [1], [10] folosit în elaborarea noilor aparate cosmice şi aeriene, a autoturismelor, tractoarelor, reactoarelor atomice, motoarelor electrice etc.

Este de prevăzut ca în anii viitori programarea matematică să fie din ce în ce mai mult folosită în rezolvarea problemelor de căutare creativă, în primul rînd a celor de tip II şi apoi şi a celor de tip I, iar majoritatea superproduselor vor fi elaborate, atît ca structură, cît şi ca formă, cu ajutorul programării matematice.

10.3.1. *Clasificarea problemelor de căutare creativă rezolvabile prin programare matematică*

A.I. Polovinkin şi colaboratorii [1] au dat pentru prima dată o clasificare completă a problemelor de căutare din tehnică rezolvabile prin programare matematică, stabilind 8 clase de bază, care sînt prezentate în cele ce urmează:

1. Probleme de căutare a valorilor optime ale funcţiilor continue.
2. Probleme de căutare a formei optime a elementelor din punct de vedere ingineresc.
3. Probleme de căutare a componenţei sau a dispunerii optime din punct de vedere ingineresc.
4. Probleme de căutare a parametrilor optimi ai mişcării.
5. Probleme de căutare a parametrilor optimi şi a compoziţiei materialelor.
6. Probleme de optimizare dinamică sau de comandă optimală.
7. Probleme de standardizare, unificare, tipizare.
8. Probleme de căutare a valorilor optime ale variabilelor discrete, cuprinzînd probleme diverse, care spre deosebire de cele din clasele 2-7, nu se bucură de proprietăţi generale specifice; în viitor este posibilă desprinderea din această clasă, pe baza conturării unor proprietăţi generale specifice, a unor noi clase de probleme de căutare.

Din punct de vedere matematic, problemele din clasa 2 sînt de complexitate medie, rezolvabile prin programare neliniară, funcţia de optimizat avînd în zona soluţiilor acceptabile cîteva extremumuri, dar uneori, este necesară abordarea multicriterială, ceea ce complică substanţial rezolvarea. În rezolvarea problemelor de clasa 2-8 fiind de optimizat alături de funcţii continue şi variabile discrete problemele devin deosebit de complexe şi sînt denumite *probleme de optimizare structural-parametrică.*

Din punct de vedere euristic, problemele de clasa 1 nu conduc la soluţii originale - brevetabile - şi, ca atare, îl interesează pe inventator numai în fazele înaintate de valorificare eficientă a obiectului creaţiei, prin construcţia, optimizarea experimentarea şi omologarea modelelor experimentale şi a prototipurilor.

Dacă se analizează celelalte 7 clase de probleme de căutare, se constată că rezultatele căutărilor pot duce în multe cazuri la soluţii originale-brevetabile, prin mutaţiile calitative-de progres tehnic determinate.

Într-adevăr *problemele din clasa 2, de căutare a formei optime a elementelor din punct de vedere ingineresc,* presupun găsirea unor soluţii de tipul modificării curbelor, suprafeţelor sau volumelor specifice ale organelor de maşini şi elementelor constructive, modificarea numărului de găuri sau de cavităţi, incluzînd apariţia sau excluderea acestora, simetrizarea sau asimetrizarea, trecerea de la suprafeţe plane la suprafeţe curbilinii, de la suprafeţe intersectate la suprafeţe continue, variaţia periodică a formei, obţinerea unor forme cu calităţi antagoniste, eliminarea concentratorilor, extrapolarea formei de la obiectele analoage, modificarea formei axei longitudinale sau a secţiunii transversale etc. Dacă aceste modificări de formă conduc la performanţe tehnice sporite, atunci noile soluţii sînt brevetabile, existînd în instrucţiunile privind analiza brevetabilităţii o grupă specială de indici de noutate referitoare la forma geometrică a elementelor. Statisticile arată [1], [11] că în domeniul construcţiilor de maşini, al construcţiei de aparatură şi în

construcţiile civile şi industriale, 20%-30% din brevete se acordă pentru modificări constructive de formă.

Problemele din clasa 3 de căutare a componenţei sau dispunerii optime din punct de vedere ingineresc, sînt dintre cele mai răspîndite, întrucît fiecare organ, element constructiv sau subansamblu au, de regulă, o orientare şi dispunere în spaţiu şi în raport cu alte elemente, bine determinate, după cum şi, în ansamblu, fiecare obiect tehnic are o poziţie determinată în spaţiu şi în raport cu celelalte obiecte tehnice. În instrucţiunile privind analiza brevetabilităţii sînt prevăzute întregi grupe de indici de originalitate privind poziţia relativă a elementelor şi structura de ansamblu.

Prin rezolvarea problemelor din clasa 3, se realizează o serie de soluţii privind modificări discrete, poziţii orizontale, verticale, înclinate, întoarceri cu 45°, 90°, 180°, umplerea spaţiilor libere, constituirea şi umplerea spaţiilor libere, dispunerea în puncte, după linie, după cîteva linii, în plan, în cîteva plane, schimbarea direcţiei acţiunii, dispunerea funcţională convenabilă a organelor de lucru şi a altor elemente, modificări ale schemei de dispunere, în serie, în paralel sau combinat, legarea elementelor prin ansamble elastice, o nouă structură cinematică, hidraulică, electronică, pneumatică, de acţionare sau comandă etc.

După cum a rezultat deja din subcapitolul de Bazele combinatorice ale inventicii, problemele de restructurare optimă sînt direct rezolvabile prin căutarea morfologică, ponderată selectivă, prin divizare pe submorfologii, folosind algoritmul Bellman.

Problemele din clasa 4, de căutare a parametrilor optimi ai mişcării, sînt foarte des întîlnite în domeniul construcţiilor şi proceselor mecanice şi au drept scop de bază găsirea parametrilor optimi staţionari în timp ai mişcării. În general, soluţiile găsite nu sînt brevetabile decît în cazul cînd conduc la noutăţi constructiv-funcţionale în ceea ce priveşte legăturile dintre elementele componente. Dacă soluţiile găsite se referă la mutaţii de ordin calitativ, cum sînt direcţia mişcării, natura acesteia, rectilinie, circulară sau complexă, mişcarea după o linie, după cîteva linii, după un plan sau mai multe plane, în spaţiul cu trei dimensiuni, eliminarea mişcării elementelor grele, eliminarea curselor în gol, cîmpul fizic fix sau mobil, schimbarea gradului de libertate al mişcării, modificări substanţiale ale vitezei sau acceleraţiei, modelările biomecanice ale *mişcării etc., aceste soluţii devin evident brevetabile.*

Problemele din clasa 5, de căutare a parametrilor şi compoziţiei optime a materialelor au drept rezultat modificarea favorabilă a calităţilor de suprafaţă a materialelor, a realizării materialelor poroase, a materialelor fagure, a materialelor compozite cu caracteristici stabilizate în timp, stabile la tratament termic sau la acţiunea temperaturii, rezistente la uzură la rece sau la cald, materiale de elasticitate ridicată, înlocuirea în compoziţie a elementelor deficitare, înlocuirea fermanţilor sau catalizatorilor etc. şi cuprind un larg spectru de probleme din tehnică. Rezultatele căutărilor fiind reprezentate de mutaţii de ordin calitativ, acestea sînt brevetabile, instrucţiunile privind analiza brevetabilităţii prevăzînd o grupă specială de indici de originalitate a noilor materiale.

Problemele din clasa 6, de optimizare dinamică sau comandă optimală, au drept rezultat noi forme geometrice, noi dispuneri şi compoziţii, noi parametri ai mişcării, ai cîmpului fizic, aportul energetic prin impulsuri sau continuu, acţiune sincronică sau

asincronă, modificarea parametrilor legăturii inverse etc. şi sînt oportune în sistemele tehnice la care parametrii şi caracteristicile sînt variabile în timp, sisteme în continuă expansiune (legat de automatizări şi de creşterea numărului obiectelor dinamice din tehnică).

Problemele din clasa 7, de standardizare, unificare şi tipizare, sînt de asemenea în expansiune, făcînd parte din arsenalul strategiei moderne a dezvoltării industriale şi se referă la următoarele obiective: elaborarea de elemente standardizate de largă utilizare, aplicarea principiilor agregării, realizarea de elemente interschimbabile sau elemente standardizate pentru familii de obiecte, întocmirea unor obiecte şi elemente specializate prin elemente tipizate etc., soluţii care, dacă produc mutaţii calitative, constructiv-funcţionale-tehnologice favorabile, sînt de asemenea brevetabile.

Problemele din clasa 8, de căutare a valorilor optime ale variabilelor discrete, se referă la următoarele obiective, deosebit de variate: numărul optim de elemente analoage din maşinile de lucru, motoare, organe de maşini, subansamble, succesiunea operaţiilor din procesele tehnologice, eliminarea sau limitarea suprafeţelor de frecare, a elementului celui mai încărcat, a timpilor morţi a unor operaţii, folosirea unor noi elemente, automatizarea ungerii, realizarea redundanţei etc., care de asemenea, în ipoteza realizării unor rezultate calitative favorabile, devin soluţii brevetabile.

Dacă se compară cele 8 clase de probleme cu clasificarea invenţiilor, în special cu cele 11 tipuri de invenţii după speţa de noutate, se poate constata că rezolvarea problemelor de programare matematică din clasele 2-8 reprezintă căutări tipice creative, în timp ce problemele din clasa 1 sînt, de regulă, probleme de căutare cantitativă - fără soluţii creative.

Dar chiar şi mutaţiile cantitative date de rezolvarea problemelor din clasa 1 pot conduce la soluţii originale, în special dacă aceste mutaţii sînt de mari proporţii, determinînd modificări necesare în structura soluţiilor tehnice corespunzătoare. Este cunoscută, în acest sens, concluzia de maximă importanţă teoretică a profesorului Salomon, realizată încă în deceniul 4 al secolului 20 privind consecinţele net favorabile, de-a dreptul paradoxale, ale creşterii vitezei de aşchiere, nu de cîteva ori, ci de cîteva sute sau chiar mii de ori, ajungîndu-se în zona vitezelor supersonice de aşchiere, zonă în care creşterea vitezei nu mai conduce la scăderea durabilităţii sculei ci dimpotrivă, iar aşchia în loc să se scurteze, se lungeşte, iar formarea acesteia se produce nu după legile date de teoria elasticităţii şi plasticităţii, ci după cele ale hidrodinamicii, concluzii verificate experimental, mult mai tîrziu, de către Lamm şi Kronenberg. Verificarea concluziile, studiile experimentale, precum şi cercetările aplicative ale acestei mutaţii, aparent pur cantitative, au condus la mutaţii calitative, la zeci şi sute de brevete de invenţii de maşini şi instalaţii de aşchiat supersonic.

10.4. Unele metode simple de determinare a curbelor sau suprafeţelor optime

Rezolvarea problemelor de programare matematică din clasa 2, de determinare a formei optimale (curbe, suprafeţe, volume) se poate realiza prin calcule simple algebrice sau prin rezolvarea unor ecuaţii diferenţiale dintre cele mai simple.

10.4.1. *Curbe şi suprafeţe care asigură condiţia de optim prin constanţa unor parametri de bază*

Frecvent în tehnică, condiţia de optim nu este reprezentată de un extremum al funcţiei scop, ci prin asigurarea constanţei acestei funcţii; în această categorie intră profilele de egală rezistenţă, curbele de detalonare, sălile de spectacol de egală intensitate acustică etc. Sinteza curbelor sau suprafeţelor optime în aceste cazuri este relativ simplă, folosind calculul algebric sau ecuaţii diferenţiale dintre cele mai simple.

Dacă, de exemplu, o grindă în consolă de lăţime constantă este încărcată cu o sarcină uniform repartizată p, curba y = y(x) care dă legea de variaţie a înălţimii grinzii (fig.10.31) se sintetizează punînd condiţia de optim sub forma condiţiei de constanţă a efortului de încovoiere σ,

$$\sigma = M\frac{x}{W_x} = \frac{\frac{px^2}{2}6}{by^2} = \frac{3px^2}{b}y^2$$

$$y = x\sqrt{\frac{3p}{b\sigma}} = cx \qquad (10.5)$$

Rezultă o curbă optimă reprezentată de o dreaptă înclinată cu panta c, în conformitate cu relaţia (10.5), iar profilul optim - de egală rezistenţă - este un profil triunghiular.

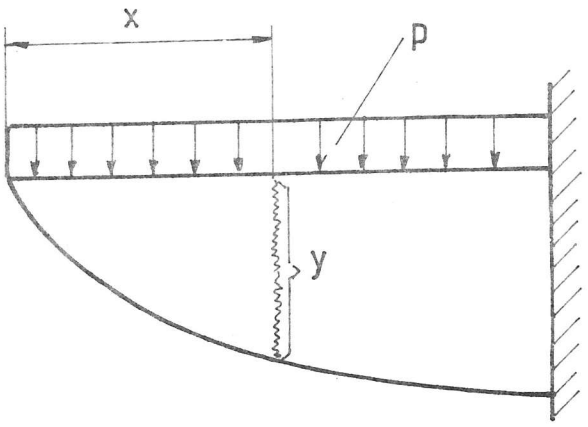


Figura 10.31

Dacă într-o construcţie de maşină, inventatorul ajunge la o grindă în consolă, avînd în mod obligatoriu o primă porţiune l_1 triunghiulară în plan şi o a doua porţiune l_2 de lăţime constantă b, devine necesară sinteza profilului longitudinal vertical al grinzii în consolă cu sarcină concentrată în vîrf, pe porţiuni (fig. 10.32).

Astfel, pentru tronsonul l_1, la care lăţimea z este liniar variabilă, $z = bx/l_1$, punînd condiţia de constanţă a efortului de încovoiere σ,

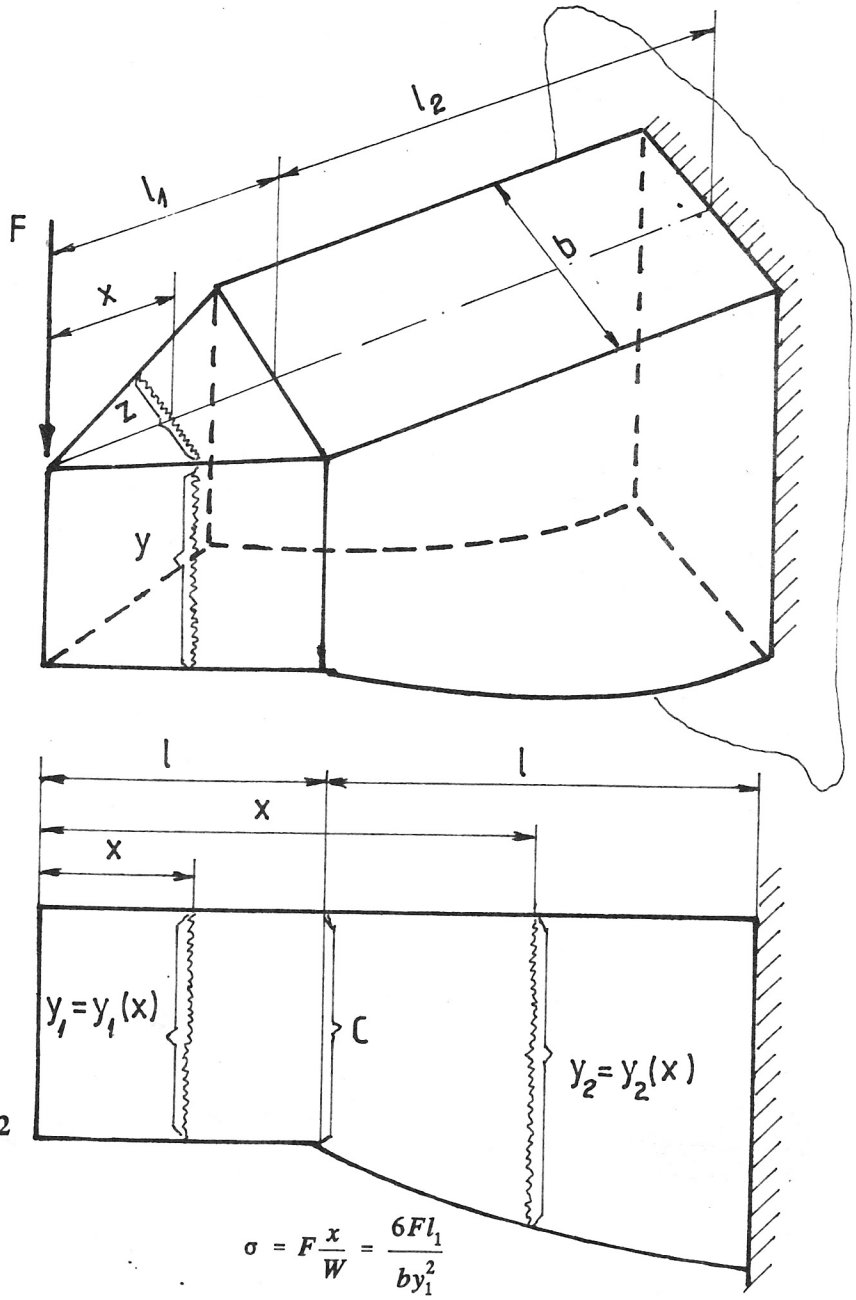


Figura 10.32

$$\sigma = F\frac{x}{W} = \frac{6Fl_1}{by_1^2}$$

rezultă

$$y_1 = \sqrt{\frac{6Fl_1}{\sigma b}} = const. \tag{10.6}$$

iar pentru cel de al doilea tronson, condiţia de constanţă a efortului de încovoiere, se va scrie,

$$\sigma = \frac{6Fx}{by_2^2}$$

$$y_2 = \sqrt{6\frac{F}{b}}\sqrt{x} = c_1\sqrt{x} \tag{10.7}$$

În consecinţă, profilul optim va fi reprezentat dintr-o primă porţiune rectilinie cu înălţimea y_1 constantă şi dintr-o a doua porţiune cu înălţimea y_2 variabilă parabolic.

Ambele probleme au condus la soluţii *exprimabile calitativ*, sub formă de *curbe optime*, care la timpul lor au reprezentat soluţii brevetabile de clasa 2.

Este evident că problema profilelor de egală rezistenţă nu este nici pe departe epuizată şi că pentru mulţimea cazurilor noi care apar, rezolvările corespunzătoare pot conduce la revendicări de invenţii de forma: *grindă solicitată la ..., caracterizată prin aceea că, în scopul folosirii raţionale a materialului şi asigurării unei încercări uniforme a secţiunilor, constă în plan vertical (orizontal, oblic), dintr-un profil în formă de ...*

Un alt exemplu îl reprezintă curba optimă de detalonare, determinabilă de asemenea prin impunerea condiţiei de constanţă pentru unghiul de aşezare α (fig. 10.33)

Curba optimă de detalonare Δ este acea curbă la care în orice punct, unghiul de aşezare α dintre tangenta la curbă şi tangenta la cercul cu centrul în O care trece prin punctul M dat, este constant.

Rezultă:

$$tg\alpha = \frac{d\rho}{\rho\, d\varphi} = m = const.$$

$$\frac{d\rho}{\rho} = m d\varphi$$

$$L\rho = m\varphi + LA$$

$$L\frac{\rho}{A} = m\varphi$$

$$\rho = Ae^{m\varphi} \tag{10.8}$$

Cu alte cuvinte, curba optimă de detalonare este spirala logaritmică. La timpul său, această curbă putea să reprezinte o revendicare de bază într-o descriere de invenţie de sculă aşchietoare detalonată.

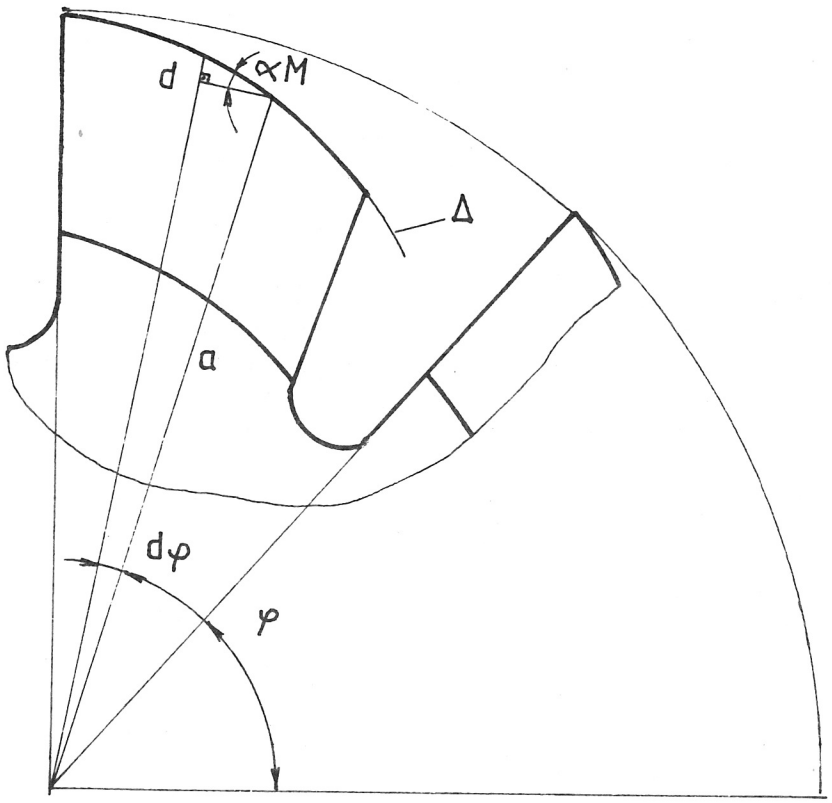


Figura 10.33

10.4.2. *Corelaţii calitative obţinute prin metoda multiplicatorilor lui Lagrange*

În cazurile cînd extremizarea funcţiei scop - a criteriului de optimizare - presupune în mod obligatoriu, respectarea unor restricţii funcţionale, este comod să se aplice metoda multiplicatorilor lui Lagrange, care în esenţă constă în următoarele:

Dacă se extremizează funcţia

$$F = F(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$$

în condiţiile unor restricţii funcţionale, matematic aceasta se exprimă în felul următor:

- pentru extremum,

$$dF = \frac{\partial F}{\partial x_1}dx_1 + \frac{\partial F}{\partial x_2}dx_2 + \ldots + \frac{\partial F}{\partial x_n}dx_n = 0$$

sau concentrat,

$$dF = \sum_1^n \frac{\partial F}{\partial x_i}dx_i = 0 \qquad \textbf{(10.9)}$$

- pentru restricţiile funcţionale,

$$f_1 = f_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0 \qquad \textbf{(10.10)}$$

$$f_2 = f_2(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0$$

.....

$$f_m = f_m(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0$$

Diferenţiind relaţiile (10.10), se obţine:

$$df_1 = \sum_1^n \frac{\partial f_1}{\partial x_i}dx_i = 0$$

$$df_2 = \sum_1^n \frac{\partial f_2}{\partial x_i}dx_i = 0$$

.....

$$df_m = \sum_1^m \frac{\partial f_m}{\partial x_i}dx_i = 0$$

Dacă aceste m relaţii se înmulţesc pe rînd cu nişte parametrii $\lambda,\ldots,\lambda_m$, deocamdată necunoscuţi, denumiţi multiplicatori ai lui Lagrange, se obţine:

$$\lambda_1 df_1 = \sum_1^n \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i}dx_i = 0$$

$$\lambda_2 df_2 = \sum_1^n \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_i}dx_i = 0$$

.....

$$\lambda_m df_m = \sum_1^n \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i}dx_i = 0$$

Sumînd relaţiile (10.9) cu (10.11), se obţine

$$dF + \lambda_1 df_1 + \lambda_2 df_2 + \ldots + \lambda_m df_m = 0$$

sau

$$\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial F}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i} + \ldots + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i}\right) dx_i = 0$$

şi întrucît variabilele x_i sînt independente, fiecare din cei *n* termeni ai sumei cuprinşi în paranteză trebuie să se anuleze separat

$$\frac{\partial F}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_i} + \ldots + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} = 0 \qquad (10.12)$$

în care i = 1, 2, 3, ..., n.

Din sistemul (10.12) de *n* ecuaţii, combinat cu cele *m* ecuaţii (10.10) de restricţie funcţională, se pot determina cei *n* parametri x_i şi cei *m* multiplicatori λ_i ai lui Lagrange.

Ansamblul parametrilor x_i va reprezenta soluţia optimă din punctul de vedere al criteriului de optimizare F.

În cazul unui rezervor cilindric de rază *r* şi lungime *l*, criteriul de optimizare - funcţia scop poate fi, de exemplu, suprafaţa totală F (fig.10.34):

$$F = 2\pi r^2 + 2\pi rl$$

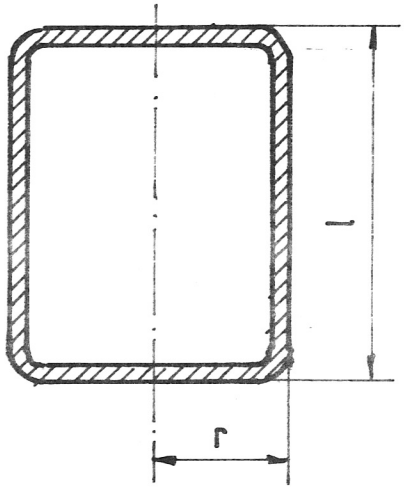


Figura 10.34

care trebuie minimizată, pentru un volum impus V,

$$V = \pi r^2 l$$

care reprezintă restricţia funcţională.

Aplicînd metoda multiplicatorilor lui Lagrange,

$$\frac{\partial F}{\partial x_1} = \frac{\partial F}{\partial r} = 4\pi r + 2\pi l$$

$$\frac{\partial F}{\partial x_2} = \frac{\partial F}{\partial l} = 2\pi r$$

$$f = V - \pi r^2 l = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial r} = -2\pi r l$$

$$\frac{\partial f}{\partial l} = -\pi r^2$$

se obţine sistemul de trei ecuaţii,

$$\frac{\partial F}{\partial r} + \lambda \frac{\partial f}{\partial r} = 0 \qquad (10.13)$$

$$\frac{\partial F}{\partial l} + \lambda \frac{\partial f}{\partial l} = 0$$

$$f = 0$$

sau

$$4\pi r + 2\pi l + \lambda(-2\pi r l) = 0$$

$$2\pi r - \lambda \pi r^2 = 0$$

$$V - \pi r^2 l = 0$$

de unde rezultă:

$$\lambda = \frac{2}{r}; \quad l = 2r; \quad r = \sqrt[3]{\frac{V}{2\pi}}$$

După cum se constată din acest exemplu, în unele cazuri metoda de optimizare prin diferenţiere şi metoda de optimizare prin multiplicatorii lui Lagrange poate să conducă nu numai la rezultate de ordin cantitativ-nebrevetabile ci şi la concluzii calitative-brevetabile; la timpul său, se putea revendica ... "un rezervor cilindric care în scopul realizării unui maxim de capacitate cu minim de consum de tablă, *are o lungime dublă razei*".

10.5. Sinteza curbelor, suprafeţelor şi volumelor optime prin calcul variaţional

Deseori prin optimizare, se cere nu găsirea unor valori optimale a unor parametri - puncte discrete (x_1,x_2,x_3 etc.), ci însăşi repartiţia optimală - funcţia optimă, (curbe, suprafeţe sau volumul optim), deci un rezultat calitativ.

Rezolvarea unor astfel de probleme presupune folosirea calculului variaţional.

Problema constă în găsirea funcţiei y = y(x) care optimizează integrale I (funcţionala),

$$I = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, \frac{dy}{dx})\, dy... \tag{10.14}$$

funcţia F fiind dublu derivabilă.

Funcţia căutată y(x) care extremizează funcţionala I trebuie să satisfacă condiţia lui Euler [12], [13], [14]

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'} = 0 \tag{10.15}$$

Atunci cînd trebuie minimizată funcţionala I, în condiţiile unei restricţii funcţionale J

$$J = \int_{x_1}^{x_2} G(x, y, \frac{dy}{dx})\, dx = K \tag{10.16}$$

pentru minimizarea integralei

$$\int_{x_1}^{x_2} [F(x, y, \frac{dy}{dx}) - G(x, y, \frac{dy}{dx})] dx \tag{10.17}$$

condiţia lui Euler are forma [14]

$$\frac{\partial f}{\partial y} - \lambda\frac{\partial G}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'} + \lambda\frac{d}{dx}\frac{\partial G}{\partial y'} = 0 \tag{10.18}$$

coeficientul λ amintind întrucîtva multiplicatorul lui Lagrange.

În continuare se dă un exemplu de modul în care se poate ajunge la o astfel de problemă de optimizare tehnică.

Într-o nouă construcţie de maşină este prevăzut un jghiab I, destinat alimentării buncherului 2 cu bile de rulmenţi 3, prin cădere liberă, între punctele extreme A şi B (fig.10.35).

Problema concretă supusă optimizării este găsirea funcţiei (curbei) care trebuie să fie materializată de către jgheab, astfel încît bilele să ajungă cît mai repede în buncher (pe drumul de timp minim). Această problemă, denumită şi *problema brahistocronei*, a fost rezolvată încă în anul 1696 de către J.Bernoulli [12].

Din legea căderii corpurilor, neglijîndu-se frecarea de rostogolire în jghiab,

$$V=2gy \tag{10.19}$$

Dacă y=y(x) este ecuaţia curbei pe care se mişcă bila de la A la B, atunci viteza este în acelaşi timp,
de unde rezultă timpul dt necesar parcurgerii unui spaţiu elementar dS,

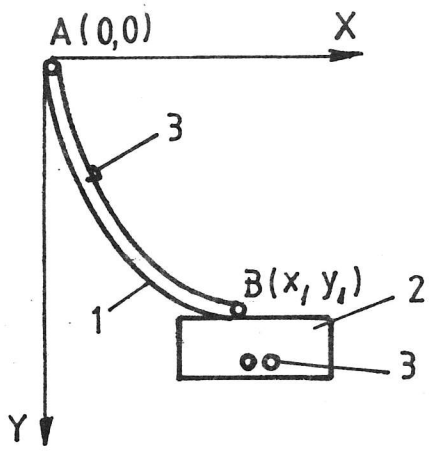


Figura 10.35

$$V = \frac{dS}{dt} = \frac{\sqrt{1 + y'^2}dx}{dt} \tag{10.20}$$

$$dt = \frac{dS}{V} = \frac{\sqrt{1 + y'^2}dx}{2gy} \tag{10.21}$$

timpul total T care trebuie minimizat este dat de integrala-funcţională

$$T = \frac{1}{\sqrt{2g}}\int\sqrt{\frac{(1 + y'^2)}{y}}dx \tag{10.22}$$

cu restricţiile funcţionale

$$y(0) = 0 \qquad y(x_1) = y_1 \tag{10.23}$$

Trebuie găsită funcţia y(x) care minimizează funcţionala T.
Prin urmare,

$$F = \sqrt{\frac{1 + y'^2}{y}} \tag{10.24}$$

iar ecuaţia diferenţială a lui Euler

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial f}{\partial y'} = 0$$

admite integrala primă [12]

$$F - y'F_{y'} = C_1$$

sau

$$\sqrt{\frac{1 + y'^2}{y}} - \frac{y'^2}{\sqrt{y(1 + y'^2)}} = C_1 \tag{10.25}$$

$$\frac{1}{\sqrt{y(1+y'^2)}} = C_1 \text{ sau } y(1+y'^2) = \frac{1}{C_1^2} = c_2$$

Notînd $y' = ctgt$, rezultă $y(1+ctg^2t)=C_2 \frac{dy}{dx} = ctgt$

sau $y = C_2 \sin^2 t \; dx = \frac{dy}{ctgt}$

Diferenţiind prima relaţie, se obţine:

$$dy = 2C_2 \cdot \sin t \cdot \cos t \; dt = C_2 \cdot \sin 2t \; dt$$

$$dx = \frac{2C_2 \cdot \sin t \cdot \cos t \; dt}{ctgt} dt = 2C_2 \cdot \sin^2 t \; dt = C_2 \cdot (1-\cos 2t)\, dt$$

Prin integrare rezultă:

$$x = \frac{C_2}{2}(2t - \sin 2t) + C_3$$

$$y = -\frac{C_2}{2}\cos 2t + C_4 = \frac{C_2}{2C_4}(1-\cos 2t) = C_5(1-\cos 2t)$$

sau luînd în consideraţie restricţiile funcţionale (10.23) $y(0) = 0$, $x(0) = 0$ rezultă $C_3 = 0$.

Înlocuind $2t = p$ şi notînd $\frac{C_2}{2} = C_1$ şi $C_5 = C_2$ se obţine:

$$x = C_1(p - \sin p) \qquad y = C_1(1 - \cos p) \tag{10.26}$$

care reprezintă cunoscutele relaţii parametrice ale cicloidei.

În exemplul care urmează (fig.10.36) se consideră că inventatorul a stabilit definitiv forma parţială a unui organ de maşină (secţiunea dublu haşurată) urmînd să optimizeze partea superioară (simplu haşurată), pentru care se cere găsirea curbei optime de racordare între punctele 00 şi 20. $y = y(x)$ astfel ca lungimea acesteia să fie minimă, iar secţiunea închisă să reprezinte $A = \frac{\pi}{2}$.

Funcţia scop este dată în acest caz de funcţionala (integrala) I care trebuie minimizată:

$$I = \int_0^2 (\sqrt{1+y'^2}\, dx$$

pentru condiţia

$$J = \int_0^2 y \, dx = \frac{\pi}{2}$$

Prin urmare, $F = \sqrt{1+y'^2}$ şi $G = y$.

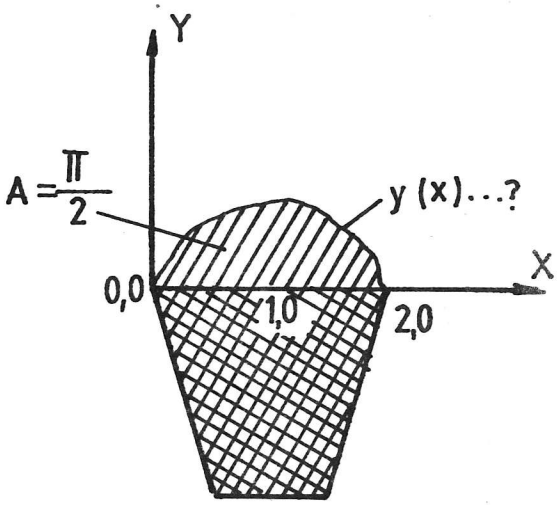


Figura 10.36

Condiţia lui Euler generală (10.18) va da

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \lambda\frac{\partial G}{\partial y} - \frac{d}{dx}\frac{\partial F}{\partial y'} + \lambda\frac{d}{dx}\frac{\partial G}{\partial y'} = 0 \qquad (10.18)$$

sau

$$0 - \lambda - \frac{d}{dx}\frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}} + 0 = 0$$

$$\frac{d}{dx} - \frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}} = -\lambda$$

$$\frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}} = -\lambda x + C_1 \qquad (10.27)$$

Soluţia pentru ecuaţia diferenţială (10.27) este:

$$y = \sqrt{2x - x^2} \qquad (10.28)$$

iar $\lambda = C_1 = 1$.

Ridicînd la pătrat şi dezvoltînd, se constată că y(x) curba optimă de racordare este un arc de cerc de rază $r = 1$ şi cu centrul în punctul 1,0.

$$(x-1)^2 + y^2 = 1 \tag{10.29}$$

Soluţia este cunoscută de foarte multă vreme, iar "brevetul" ar fi trebuit să-i fie acordat legendarei Didona din poemul lui Vergiliu-Eneida, după ce aceasta a soluţionat cuprinderea unei suprafeţe maxime faţă de ţărm, cu minim de perimetru - soluţie materializată într-un arc de cerc."

Dar calculul variaţional poate conduce şi la sinteza altor genuri de curbe optime; în acest sens, frecvent, în tehnică inventatorul trebuie *să profileze longitudinal conducte şi canale amplasate pe suprafeţe curbilinii*, punînd drept condiţie de optimalitate lungimea minimă a acestora. Matematic, problema determinării unui arc $y = y(x)$, $z = z(x)$ de lungime minimă, adică aşa numitului *arc geodezic* care uneşte punctele $A(x_0,y_0,z_0)$ şi $B(x_1,y_1,z_1)$ de pe suprafaţa $(x,y,z) = 0$ se reduce la găsirea minimului integralei [13]

$$J = \int_{x_0}^{x_1} \sqrt{1 + y'^2 + z'^2}\, dx \tag{10.30}$$

cu condiţia $\varphi_{(x,y,z)} = 0$ şi cu condiţiile la extremităţi,

$$y(x_0) = y_0 \qquad z'(x_0) = z_0$$

$$y(x_1) = y_1 \qquad z(x_1) = z_1$$

După regula multiplicatorilor lui Lagrange, această problemă se reduce la găsirea extremalelor integralei

$$\int_{x_0}^{x_1} \{\sqrt{1 + y'^2 + z'^2} - \lambda\,[\varphi_{(x,y,z)}]\}dx \tag{10.31}$$

Folosind ecuaţiile lui Euler:

$$\lambda(x)\,\varphi_y = \frac{d}{dx}\frac{y'}{\sqrt{1 + y'^2 + z'^2}}$$

$$\lambda(x)\,\varphi_z = \frac{d}{dx}\frac{z'}{\sqrt{1 + y'^2 + z'^2}}$$

care în virtutea formulelor cunoscute ale lui Serret-Frenet, devin:

$$\lambda(x)\,\varphi_y = \frac{\cos\alpha_2}{r} \qquad \lambda(x)\,\varphi_z = \frac{\cos\alpha_3}{r}$$

în care $\cos\alpha_1$, $\cos\alpha_2$, $\cos\alpha_3$ sînt cosinuşii directori ai normalei principale la curba căutată γ, iar r este raza de curbură a acesteia.

Rezultă:

$$\frac{\varphi_y}{\varphi_z} = \frac{\cos\alpha_2}{\cos\alpha_3} \tag{10.32}$$

iar din $\varphi_{(x,y,z)} = 0$ rezultă că de-a lungul curbei γ, y = y(x), z = z(x) se obţine,

$$\varphi_x + \varphi_y y' + \varphi_z z' = 0 \tag{10.33}$$

Şi întrucît normala principală la curba căutată este ortogonală pe tangenta la aceeaşi curbă, şi cosinuşii directori ai tangentei sînt proporţionali cu 1, y', z', adică,

$$\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2 y' + \cos\alpha_3 z' = 0 \tag{10.34}$$

Confruntînd relaţiile (10.32), (10.33) şi (10.34) se obţine:

$$\varphi_x : \varphi_y : \varphi_z = \cos\alpha_1 : \cos\alpha_2 : \cos\alpha_3 \tag{10.35}$$

Întrucît, la rîndul lor, φ_x, φ_y şi φ_z sînt proporţionali cu cosinuşii directori ai normalei la suprafaţa $\varphi = 0$, *rezultă că normala principală a unei linii geodezice coincide în fiecare punct cu normala la suprafaţă.* Cu alte cuvinte, *linia cea mai scurtă dintre două puncte aflate pe o suprafaţă curbilinie, reprezintă mulţimea punctelor cuprinse între cele două puncte extreme, la care normala la suprafaţă coincide cu normala principală la curba căutată* şi poartă denumirea de *linie geodezică.*

Şi de data aceasta, rezultatul căutării matematice este un *rezultat calitativ*, adesea brevetabil. Sigur că un examinator al unui oficiu de stat pentru invenţii poate considera amplasarea unei conducte sau unui canal după o geodezică drept o problemă de proiectare curentă; totuşi în unele cazuri complexe, o astfel de rezolvare matematică, concretizată nu numai prin trasarea geodeziceí, ci şi prin fixarea unor puncte obligatorii materializate organologic pe suprafaţa $\varphi_{(x,y,z)}=0$, poate constitui un obiect al revendicărilor de invenţii.

O altă problemă de căutare creativă rezolvabilă prin calcul variaţional, este *găsirea suprafeţei de arie minimă care trece printr-o curbă dată (impusă)* [13]. Dacă se caută suprafaţa de arie minimă, $z = (x,y)$, care trece printr-o curbă dată parametric,

$$x = x(t); \qquad y = y(t); \qquad z = z(t)$$

condiţia ca suprafaţa să conţină curba dată se va scrie:

$$\varphi[(x(t)y(t)] = z(t)$$

iar aria suprafeţei va fi dată de integrala

$$J(\varphi) = \int\int (\sqrt{1 + \varphi_x^2 + \varphi_y^2})\,dxdy$$

pentru care ecuaţia lui Euler devine:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\varphi_x}{\sqrt{1 + \varphi_x^2 + \varphi_y^2}}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\varphi_y}{\sqrt{1 + \varphi_x^2 + \varphi_y^2}}\right] = 0 \tag{10.36}$$

de unde rezultă, că suprafaţa de *arie minimă căutată are peste tot curbura medie nulă*, o concluzie cu un evident *caracter calitativ brevetabil.*

10.6. Optimizare globală

În cele expuse anterior n-a fost vorba despre o optimizare în general, ci despre o optimizare din punctul de vedere al unui singur criteriu, al unei funcţii scop unice, iar soluţia nu este optimă în general, ci optimă numai sub aspectul funcţiei scop adoptate.

Dar în realitate nu există soluţii tehnice caracterizabile printr-o singură funcţie scop; un motor termic nu este caracterizat numai prin consumul de combustibil raportat la putere, ci şi prin raportul dintre putere şi greutatea proprie, prin caracteristicile sale dinamice, prin preţul de cost, prin fiabilitate etc.; o maşină unealtă nu prezintă o singură funcţie scop - productivitatea, ci şi precizia, stabilitatea la vibraţii, calitatea suprafeţei aşchiate, preţul de cost, fiabilitatea etc.; o sculă aşchietoare nu poate fi apreciată exclusiv pe baza durabilităţii-productivităţii, ci şi a preciziei, capacităţii de a aşchia uşor cu forţe minime, capacitatea de restabilire operativă şi economică a calităţilor aşchietoare după uzură, fiabilitate etc.

10.6.1. *Optimizarea globală absolută (ideală)*

În sensul cel mai larg al cuvîntului, soluţia optimă este soluţia cea mai bună, nu numai din punctul de vedere al unui singur criteriu de optimizare, al unei singure funcţii scop, ci reprezintă ansamblul parametrilor care satisfac maximal ansamblul *criteriilor de optimizare - ansamblul funcţiilor scop*.

O astfel de soluţie ar trebui denumită *soluţie optimă globală absolută*, iar procesul care conduce la aceasta - *optimizare globală absolută*.

Matematic, problema se formulează în felul următor:

Să se stabilească valorile parametrilor

$$x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$$

astfel, încît funcţiile scop

$$\begin{aligned} F_1 &= F_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \\ F_2 &= F_2(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ F_N &= F_N(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \end{aligned} \qquad (10.37)$$

să capete valori extreme, în condiţiile unor restricţii funcţionale

$$\begin{aligned} f_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0 \\ f_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ f_m &= f_m(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = 0 \end{aligned} \qquad (10.38)$$

şi a unor restricţii spaţiale

$$\begin{aligned} l_1 &= l_1(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \leq L_1 \\ l_2 &= l_2(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \leq L_2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ l_p &= l_p(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \leq L_p \end{aligned} \qquad (10.39)$$

Punînd condiţiile de extremum pentru $F_1 \ldots F_N$, se obţine:

$$\sum_1^n \frac{\partial F_1}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad \sum_1^n \frac{\partial F_2}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad \ldots \qquad \sum_1^n \frac{\partial F_N}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.40)$$

Diferenţiind relaţiile (10.38) şi înmulţindu-le cu multiplicatorii lui Lagrange $\lambda_1 \ldots \lambda_m$, se obţine:

$$\lambda_1 df_1 = \sum_1^n \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.41)$$

$$\lambda_2 df_2 = \sum_1^n \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_i} dx_2 = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\lambda_m df_m = \sum_1^n \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_i} dx_i = 0$$

Sumînd relaţiile (10.40) şi (10.41) se obţine pentru funcţiile scop F_1, F_2, ..., F_N

$$\sum_1^n \frac{\partial F_1}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.42)$$

$$\sum_1^n \frac{\partial F_2}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.43)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\sum_1^n \frac{\partial F_N}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.44)$$

Dezvoltînd relaţia (10.42) se obţine sistemul:

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_1} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_1} + \ldots + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_1} = 0 \qquad (10.45)$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_2} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_2} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_2} + \ldots + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_2} = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_n} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_n} + \ldots + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_n} = 0$$

Din relaţia (10.43) se obţine sistemul:

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_1} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_1} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_1} = 0 \qquad (10.46)$$

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_2} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_2} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_2} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_2} = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{\partial F_2}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_n} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_n} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_n} = 0$$

iar din ultima relaţie (10.44), sistemul

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_1} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_1} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_1} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_1} = 0 \qquad (10.47)$$

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_2} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_2} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_2} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_2} = 0$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\frac{\partial F_N}{\partial x_n} + \lambda_1 \frac{\partial f_1}{\partial x_n} + \lambda_2 \frac{\partial f_2}{\partial x_n} + \quad \ldots \quad + \lambda_m \frac{\partial f_m}{\partial x_n} = 0$$

Astfel pentru cele **n** ecuaţii din sistemul (10.45) şi pentru cele m ecuaţii din sistemul (10.38), se obţin valorile optimale pentru cei n parametri x_1, x_2, x_3, ..., x_n şi pentru cei **m** multiplicatori ai lui Lagrange necunoscuţi λ_1 λ_2 ...λ_m.

Valorile lui x,

$$|X_1|_{F_1} \quad |X_2|_{F_1} \quad \ldots \quad |X_n|_{F_1}$$

reprezintă valorile optimale ale parametrilor care satisfac criteriul de optimizare sau funcţia scop F_1.

Din sistemele (10.46) şi (10.38) se obţin în mod similar parametrii optimi

$$|X_1|_{F_2} \quad |X_2|_{F_2} \quad \ldots \quad |X_n|_{F_2}$$

care satisfac criteriul F_2, iar din sistemele (10.47) şi (10.38) se obţine ansamblul parametrilor x_i care satisfac ultimul criteriu de optimizare - funcţia scop F_N

$$|X_1|_{F_N} \quad |X_2|_{F_N} \quad \ldots \quad |X_n|_{F_N}$$

Sistemul (10.45-10.38), (10.46-10.38), ..., (10.45-10.40) de N sisteme cu m+n necunoscute, cu un număr total N(m+n) ecuaţii pentru numai m+n necunoscute este evident incompatibil.

Pentru ca soluţia optimă globală absolută să existe, ar fi necesar ca soluţiile optime particulare $|X_1|_{F_i}$ ... $|X_n|_{F_i}$ să se confunde pentru toate cele N criterii de optimizare sau funcţii scop

$$|X_1|_{F_1} = |X_1|_{F_2} = \ldots = |X_1|_{F_N}$$

$$|X_2|_{F_1} = |X_2|_{F_2} = \ldots = |X_2|_{F_N}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$|X_n|_{F_1} = |X_n|_{F_2} = \ldots = |X_n|_{F_N}$$

Dacă se consideră, de exemplu, problema optimizării globale a parametrilor geometrici ai unei scule (unghiul de aşezare α, unghiul de degajare γ, unghiul de atac $\varkappa$, unghiul de înclinare λ etc.) luînd în consideraţie fie şi numai cele trei criterii principale de optimizare-funcţii scop, durabilitatea T, forţa principală de aşchiere P_z şi rugozitatea suprafeţei aşchiate R_a,

$T = T(\alpha,\gamma,\varkappa,\lambda,\ldots)$

$P_z = P_z(\alpha,\gamma,\varkappa,\lambda,\ldots)$

$R_a = R_a(\alpha,\gamma,\varkappa,\lambda,\ldots)$

şi aplicînd aceeaşi metodă a multiplicatorilor lui Lagrange, se obţine sistemul de sisteme de ecuaţii

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial T}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad \textbf{(10.48)}$$

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial P_z}{\partial x_i} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad \textbf{(10.49)}$$

în care, $x_1 = \alpha$, $x_2 = \gamma$, $x_3 = \varkappa$, ..., $x_n = \varkappa_o$.

Scriind dezvoltat sistemul şi combinîndu-l cu restricţia-funcţională R_a se obţine:

$$\frac{\partial T}{\partial \alpha} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \alpha} = 0 \qquad \textbf{(10.50)}$$

$$\frac{\partial T}{\partial \gamma} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \gamma} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \chi} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \chi} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \lambda} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \lambda} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \chi'} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \chi'} = 0$$

$$\frac{\partial T}{\partial \chi_o} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \chi_o} = 0$$

Din dezvoltarea sistemului (10.49) se obţine:

$$R_a(\alpha,\gamma,\chi,\lambda,\chi',\chi_o) - R_{aa} = 0$$

$$\frac{\partial P_z}{\partial \alpha} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \alpha} = 0 \qquad (10.51)$$

$$\frac{\partial P_z}{\partial \gamma} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \gamma} = 0$$

.....

$$\frac{\partial P_z}{\partial \chi_o} + \lambda_1 \frac{\partial R_a}{\partial \chi_o} = 0$$

$$R_a(\alpha,\gamma,\chi,\lambda,\chi',\chi_o) - R_{aa} = 0$$

Din sistemul (10.50) se obţine soluţia geometrică optimă din punctul de vedere al criteriului T, iar din sistemul (10.51) soluţia optimă pentru criteriul P_z, ambele soluţii respectînd şi criteriul rugozităţii R_a.

Este evident că prima soluţie

$$|\alpha|_T,\ |\gamma|_T,\ |\chi|_T,\ |\chi'|_T,\ |\lambda|_T,\ |\chi_o|_T,$$

nu poate coincide parametru cu parametru cu cea de a doua.

$$|\alpha|_{P_z},\ |\gamma|_{P_z},\ |\chi|_{P_z},\ |\chi'|_{P_z},\ |\lambda|_{P_z},\ |\chi_o|_{P_z},$$

În acest sens, pentru diferite cazuri concrete

$$|\gamma|_T = -10°...+15° \qquad |\varkappa|_T = 20°...30°$$

iar

$$|\gamma|_{P_z} = 90° \qquad |\chi|_{P_z} = 75°...90°$$

diferenţierile fiind mai mult decît nete, în timp ce pentru alţi parametri aceste diferenţieri sînt mai puţin pronunţate.

Din consideraţiile anterioare şi din exemplul prezentat rezultă că pentru ca optimizarea globală absolută să fie posibilă, ar trebui să existe o situaţie idealizată *de izotopie* a parametrilor optimali x_i indiferent de funcţia scop.

Cum astfel de situaţie practic nu există, soluţia optimă globală absolută reprezintă pentru proiectantul creativ un obiectiv ideal către care se tinde, dar care nu poate fi atins; trebuie găsite şi metodele cele mai eficiente de apropiere a soluţiei optime globale practice de soluţia optimă globală absolută.

10.6.2. *Metode de apropiere a soluţiei optime de soluţia optimă globală absolută*

Soluţia banală de apropiere de soluţia optimă globală absolută prin calcularea mediilor aritmetice

$$|X_1| = \frac{\sum_1^N |X_1| F_i}{N} \qquad (10.52)$$

$$|X_2| = \frac{\sum_1^N |X_2| F_i}{N}$$

.....

$$|X_n| = \frac{\sum_1^N |X_n| F_i}{N}$$

este în marea majoritate a cazurilor concrete inacceptabilă, din două motive de bază.

- Influenţa net contradictorie a unor parametri asupra criteriilor de optimizare, ceea ce face ca mediile calculate după relaţiile (10.52) să fie foarte îndepărtate de valorile optime locale; folosind, în acest sens, valorile optime ale unghiului de degajare şi a celui de atac din exemplul precedent, ar rezulta:

$$|\gamma| = \frac{|\gamma|_T + |\gamma|_{P_z}}{2} = \frac{(-10° \dots +15°) + 90°}{2} = 40° \dots 52° 32'$$

$$|\gamma| = \frac{|\gamma|_T + |\gamma|_{P_z}}{2} = \frac{(20° \dots 30°) + (75° \dots 90°)}{2} = 47° 30' \dots 60°$$

soluţii clar dezavantajoase.

- Grad de importanţă net diferenţiat al criteriilor de optimizare (al funcţiilor scop).

Pe această bază, s-ar putea contura următoarele trei metode de apropiere a soluţiei globale practice de soluţia optimă globală absolută:

- optimizarea globală prin comasarea criteriilor;
- optimizarea globală prin ponderarea criteriilor;
- optimizarea globală prin localizarea influenţei maximale a parametrilor şi folosirea valorilor multiple ale acestora.

10.6.2.1. *Optimizarea globală prin comasarea criteriilor*

Revenind la exemplul precedent de optimizare geometrică a părţii aşchietoare a sculelor folosind două criterii, unul de maximizat - T şi altul de minimizat - P_z şi o restricţie funcţională R_a, se poate defini o funcţie sintetică scop F_{TP_z}

$$F_{TP_z} = T - P_z$$

care evident trebuie maximizată, ţinînd seama prin multiplicatorul lui Lagrange şi de restricţia R_a.

Parametrii optimi ($x_1=\alpha$, $x_2=\gamma$, ..., $x_n=x_o$) vor rezulta din sistemul de ecuaţii cu n+1 necunoscute (n parametri şi un multiplicator Lagrange)

$$\sum_1^n \left(\frac{\partial F_{TP_z}}{\partial x_i} + \lambda \frac{\partial R_a}{\partial x_i}\right) dx_i = 0 \qquad (10.53)$$

$$R_a(x_i) - R_{aa} = 0$$

R_{aa} fiind rugozitatea admisibilă.

Într-un caz general, dacă

$F_1, F_2, ..., F_p$ sînt funcţiile scop (criteriile) de maximizat iar

$F_I, F_{II}, ..., F_q$ sînt funcţiile scop de minimizat, (p+q=N) atunci funcţia scop comasată F va fi:

$$F = \sum_1^p F_i - \sum_1^q F_j \qquad (10.54)$$

iar condiţia de maxim pentru aceasta

$$\sum_1^n \frac{\partial F}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.55)$$

sau luînd în consideraţie şi restricţiile funcţionale f_j, condiţia de maxim se va exprima prin sistemul

$$\sum_1^n \frac{\partial F}{\partial x_i} dx_i + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \lambda_j \frac{\partial f_j}{\partial x_i} dx_i = 0 \qquad (10.56)$$

care, împreună cu sistemul (10.38), permite determinarea celor **n** parametri x_i optimi şi a celor **m** multiplicatori γ_i ai lui Lagrange necunoscuţi.

Cu toate că această metodă permite o apropiere mai fidelă de valorile optime absolute ale parametrilor x_i, prezintă acelaşi dezavantaj - nediferenţierea după gradul de importanţă a criteriilor de optimizare (a funcţiilor scop).

10.6.2.2. *Optimizarea globală prin ponderarea criteriilor*

Pentru scoaterea în evidenţa a principiilor acestei metode, în continuare se consideră exemplul optimizării globale a geometriei sculelor aşchietoare [16] domeniu în care s-a pus pentru prima dată această problemă.

Principalele criterii de optimizare a geometriei sculelor aşchietoare sînt următoarele:

- rezistenţa la uzură (durabilitatea efectivă) a sculei, T;
- capacitatea de a aşchia uşor (cu forţe şi momente de aşchiere minime), P_z;
- calitatea şi precizia suprafeţelor prelucrate, R_a.

Pe lîngă aceste trei criterii principale, se pot distinge şi o serie de criterii secundare:

- locul de pe tăiş care vine primul în contact cu materialul piesei prelucrate;
- dinamicitatea forţelor şi momentelor de aşchiere;
- rezistenţa şi rigiditatea tăişului;
- forma aşchiei şi direcţia de degajare a acesteia;
- direcţia rezultantei forţelor de aschiere;
- tehnologicitatea părţii aşchietoare;
- ascuţire şi reascuţire comodă;
- capacitatea canalului de a cuprinde şi elimina aşchiile;
- preţ de cost minim etc.

Rezistenţa la uzură sau durabilitatea efectivă a sculei este de cele mai multe ori criteriul esenţial de optimizare a geometriei, reprezentînd unul din parametrii de bază ai fiabilităţii sculelor aşchietoare. O sculă este mai rezistentă la uzură decît alta, atunci cînd, strict în aceleaşi condiţii de aşchiere, are o durabilitate mai mare. Importanţa acestui criteriu este deosebită, ca urmare a următoarelor motive principale:

- creşterea rezistenţei la uzură, respectiv a durabilităţii efective, permite o sporire corespunzătoare a vitezei optime de aschiere, deci şi a productivităţii muncii;
- mărirea durabilităţii efective, chiar şi după mărirea vitezelor de aşchiere optime, conduce la micşorarea consumului anual de scule, deci contribuie la micşorarea preţului de cost al produsului;
- creşterea rezistenţei la uzură determină o creştere corespunzătoare a stabilităţii dimensionale a sculei aşchietoare cu o reflectare directă în creşterea preciziei prelucrării (prin reducerea variaţiilor dimensionale ale sculei transmisibile piesei în timpul prelucrării).

Capacitatea de a aşchia uşor cu forţe şi momente de aşchiere minime reprezintă un criteriu de asemenea deosebit de important, întrucît de mărimea forţelor şi momentelor de aşchiere depind:

- rezistenţa şi deformaţia sculei;
- rezistenţa şi deformaţia dispozitivului de prindere a sculei, a piesei, a maşinii-unelte, a sistemului maşină-unealtă-dispozitiv-piesă (sistemul MUSDP), de care depinde stabilitatea la vibraţii a sistemului şi implicit calitatea şi precizia prelucrării;
- încărcarea energetică unitară (puterea consumată pe unitatea de lungime a tăişului), de care depinde şi durabilitatea sculei;
- consumul de energie pe maşina-unealtă.

Calitatea şi precizia suprafeţelor prelucrate reprezintă un criteriu de maximă importanţă în condiţiile eforturilor generale de ridicare a calităţii producţiei, în special în cazul operaţiilor de finisare.

Locul de pe tăiş care vine primul în contact cu materialul piesei prelucrate, prezintă o importanţă deosebită în special la sculele a căror parte aşchietoare are o acţiune intermitentă, cu o dinamicitate ridicată a forţelor şi momentelor de aşchiere, ca în cazul rabotării, mortezării, frezării cilindro-frontale, brosării, cînd se urmăreşte ca primul punct care vine în contact cu piesa să fie cît mai îndepărtat de vîrful dintelui sculei, a cărui rezistenţă mecanică şi rigiditate este relativ scăzută.

Dinamicitatea forţelor şi momentelor de aşchiere prezintă o importanţă sporită, atît la sculele care lucrează cu secţiuni de aşchii variabile, cît şi la sculele la care partea aşchietoare acţionează intermitent.

Direcţia rezultantelor forţelor de aşchiere are influenţă pronunţată, atît asupra modului de solicitare a părţii aşchietoare, a dintelui, a corpului şi a părţii de fixare a sculei, cît şi asupra autofixării plăcuţelor la sculele cu autofixare.

Rezistenţa şi rigiditatea tăişului capătă o importanţă mai mare la sculele prevăzute cu plăcuţe metalo sau mineraloceramice, caracterizate printr-o fragilitate ridicată, reprezentînd un alt parametru important al fiabilităţii sculelor aşchietoare.

Deformaţia suprafeţei aşchiate, legată în special de fenomenele de deformare plastică, de tăişul de depunere şi de fenomenele de frecare de pe faţa de aşezare, prezintă importanţă la operaţiile de finisare.

Forma aşchiei şi direcţia sa de degajare prezintă importanţă, atît din punct de vedere al descongestionării zonei de aşchiere, a eliminării ponderii celei mai mari din căldura degajată în zona de aşchiere şi influenţarea pe această bază a durabilităţii, a depozitării aşchiilor, cît şi din punctul de vedere al evitării zgîrierii suprafeţiei aşchiate, în special la operaţiile de finisare. De forma aşchiei depinde şi comoditatea lucrului pe maşina-unealtă, uneori aşchiile căpătînd o astfel de formă, încît nu numai că jenează pe cel care deserveşte maşina-unealtă, ci reprezintă şi un pericol real de accidente de muncă.

Capacitatea canalului pentru aşchii de a cuprinde şi elimina aşchiile degajate trebuie luată în consideraţie, în special la sculele la care aşchiile se degajă în canale închise şi semiînchise, de tipul broşelor, frezelor ferăstrău, burghielor, adîncitoarelor etc.

Preţul de cost prezintă o importanţă deosebită în acţiunea generală de reducere a costurilor de fabricaţie, cunoscîndu-se faptul că preţul de cost şi cheltuielile de exploatare ale sculelor aşchietoare intervin într-o pondere însemnată în stabilirea preţului de cost al produsului, cu atît mai mare, cu cît seria de fabricaţie este mai mică.

În majoritatea cazurilor, criteriile principale de optimizare sînt: rezistenţa la uzură sau durabilitatea efectivă, mărimea forţelor şi momentelor de aşchiere şi precizia şi calitatea suprafeţei aşchiate, distingîndu-se şi un şir întreg de criterii secundare. În diverse condiţii concrete, unul sau două din criterile secundare devin principale, iar unele criterii principale devin secundare. De exemplu, în cazul general al degroşării, dintre criteriile principale de optimizare, devin esenţiale: durabilitatea şi mărimea forţelor şi momentelor de aşchiere, cel de al treilea criteriu principal, precizia şi calitatea suprafeţei aşchiate devenind secundar. În acest caz, proiectantul trebuie să-şi concentreze atenţia în special asupra parametrilor geometrici care influenţează mai mult aceste criterii esenţiale. Dar şi după ce s-au stabilit criteriile esenţiale de optimizare, proiectantul de scule aşchietoare este pus uneori în situaţia de a acorda primordialitate unui singur criteriu, în special datorită acţiunii contradictorii a parametrilor geometrici asupra acestor criterii. Se va da primordialitate primului sau celui de al doilea criteriu esenţial de optimizare, numai după cunoaşterea cazului concret în care va lucra scula aşchietoare; astfel, dacă sistemul MUSDP este foarte rigid, se va acorda primordialitate primului criteriu de optimizare (durabilităţii) folosindu-se unghiuri de atac foarte mici de exemplu, iar dacă sistemul MUSDP nu este rigid, în vederea evitării unor forţe de aşchiere P_z şi P_y mari, deci şi a

vibraţiilor, se va acorda primordialitate celui de al doilea criteriu de optimizare (forţelor şi momentelor de aşchiere) folosindu-se de exemplu unghiuri de atac mari.

În cazul finisării, dintre criteriile principale de optimizare, esenţial devine cel de al treilea (al preciziei şi calităţii suprafeţei aşchiate) păstrîndu-şi însă importanţa criteriul 1, întrucît de rezistenţa la uzură a sculei depinde stabilitatea dimensională a acesteia şi deci şi precizia prelucrării. Dintre criteriile secundare, capătă o importanţă deosebită direcţia de degajare a aşchiei, dinamicitatea forţelor şi momentelor de aşchiere, deformaţia stratului superficial al suprafeţei aşchiate.

Stabilirea gradului de importanţă şi ordonarea criteriilor de optimizare prin metoda "deciziei impuse"

Considerentele prezentate anterior au avut un caracter mai mult calitativ, fără a permite aprecierea cantitativă a gradului de importanţă şi ordonarea obiectivă a criteriilor de optimizare. Pentru stabilirea cît mai obiectivă a gradului de importanţă a fiecărui criteriu în ansamblul acestora şi ordonarea criteriilor, se poate folosi "decizia impusă" [16]. Această metodă permite, prin comparaţii succesive între criteriile de optimizare, stabilirea unui grad de importanţă, materializat printr-un coeficient subunitar, suma gradelor de importanţă a tuturor criteriilor de optimizare luate în analiză, fiind reprezentată de cifra 1. În acest sens, se întocmeşte un tabel de ponderare a criteriilor, în care se înscriu, în prima coloană - criteriile, în coloanele următoare - deciziile, prin compararea fiecărui criteriu cu fiecare, acordîndu-se o fracţiune din cifra 1 primului, iar celui cu care se compară restul, astfel încît suma punctajelor unei singure comparaţii să fie cifra unu.

Dacă se optimizează unghiurile părţii aşchietoare a unei plăcuţe brazate pe un cuţit de strung universal de degroşare, armat prin brazare, atunci ar fi necesar să se pondereze numai două dintre cele trei criterii principale de optimizare, T şi P_z (întrucît rugozitatea nu prezintă nici o importanţă la degroşare), iar dintre criteriile secundare prezentînd importanţă rezistenţa mecanică a tăişului R, care împreună cu durabilitatea reprezintă doi parametri de bază ai fiabilităţii.

Din tabelul de ponderare rezultă următoarele grade de importanţă pentru cele trei criterii rămase în discuţie:

$$C_T = 0{,}534 \; ; \qquad C_{P_z} = 0{,}233 \; ; \qquad C_R = 0{,}233$$

C_{PZ}=

Punînd condiţia de maxim pentru T şi R şi de minim pentru P_z, se obţin valorile optime locale ale unghiurilor:

$$|\alpha|_T \quad |\gamma|_T \quad \dots \quad |\chi_o|_T$$

$$|\alpha|_{P_z} \quad |\gamma|_{P_z} \quad \dots \quad |\chi_o|_{P_z}$$

$$|\alpha|_R \quad |\gamma|_R \quad \dots \quad |\chi_o|_R$$

Pentru a se ţine seama de gradul de importanţă al fiecărui criteriu, parametrii optimizaţi global se vor determina din relaţiile:

$$|\alpha| = C_T|\alpha|_T + C_{P_z}|\alpha|_{P_z} + C_R|\alpha|_R \qquad (10.57)$$

$$|\gamma| = C_T|\gamma|_T + C_{P_z}|\gamma|_{P_z} + C_R|\gamma|_R$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

$$|\chi_o| = C_T|\chi_o|_T + C_{P_z}|\chi_o|_{P_z} + C_R|\chi_o|_R$$

sau

$$|\alpha| = 0{,}534\,|\alpha|_T + 0{,}233\,|\alpha|_{P_z} + 0{,}233\,|\alpha|_R$$

$$|\gamma| = 0{,}534\,|\gamma|_T + 0{,}233\,|\gamma|_{P_z} + 0{,}233\,|\gamma|_R$$

$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

$$|\chi_o| = 0{,}534\,|\chi_o|_T + 0{,}233\,|\chi_o|_{P_z} + 0{,}233\,|\chi_o|_R$$

Metodica optimizării globale prin ponderea criteriilor

În consecinţă, într-un caz general, metoda de optimizare globală prin ponderarea criteriilor constă în următoarele:

- Se determină parametrii optimi

$$|X_1|_{F_1} \quad |X_2|_{F_1} \quad \dots \quad |X_n|_{F_1}$$

care satisfac funcţia scop F_1, apoi parametrii optimi

$$|X_1|_{F_2} \quad |X_2|_{F_2} \quad \dots \quad |X_n|_{F_2}$$

care satisfac funcţia scop F_2 şi final, parametrii optimi

$$|X_1|_{F_N} \quad |X_2|_{F_N} \quad \dots \quad |X_n|_{F_N}$$

care satisfac ultimul criteriu de optimizare - funcţia scop F_N.

- Prin metoda deciziei impuse se stabilesc gradele de importanţă ale criteriilor de optimizare - funcţiilor scop F_1, F_2, ..., F_N.

- Se determină valorile medii ponderate ale parametrilor care reprezintă valori optimizate global.

.....

$$|X_1| = \sum_{1}^{N} C_{F_i} |X_1| F_i \qquad (10.58)$$

$$|X_2| = \sum_{1}^{N} C_{F_i} |X_2| F_i$$

$$|X_n| = \sum_{1}^{N} C_{F_i} |X_n| F_i$$

10.6.2.3. *Optimizarea globală prin localizarea influenţei maximale a parametrilor şi folosirea valorilor multiple ale acestora*

Prin această metodă se pot optimiza şi parametrii cu influenţă net contradictorie asupra criteriilor de optimizare-funcţiilor scop, imprimîndu-li-se valori duble, în urma localizării zonelor de maximă influenţă a fiecărui parametru în parte.

Domeniile de aplicare ale acestei metode sînt restrînse; pentru prima dată metoda a fost aplicată pe bază exclusiv experimentală de către muncitorii aşchietori de performanţă din deceniul 4 al secolului XX.

Dacă în urma optimizării unghiului de degajare γ folosind drept funcţie scop forţa de aşchiere P_z în condiţia restricţiei de rezistenţă a tăisului R, s-a obţinut o valoare optimă, $|\gamma|_{P_z R}$ iar folosind drept funcţie scop durabilitatea T, o valoare optimă, $|\gamma|_T$ se constată o netă diferenţiere (fig.10.37) între aceste valori.

$$|\gamma|_{P_z R} > |\gamma|_T$$

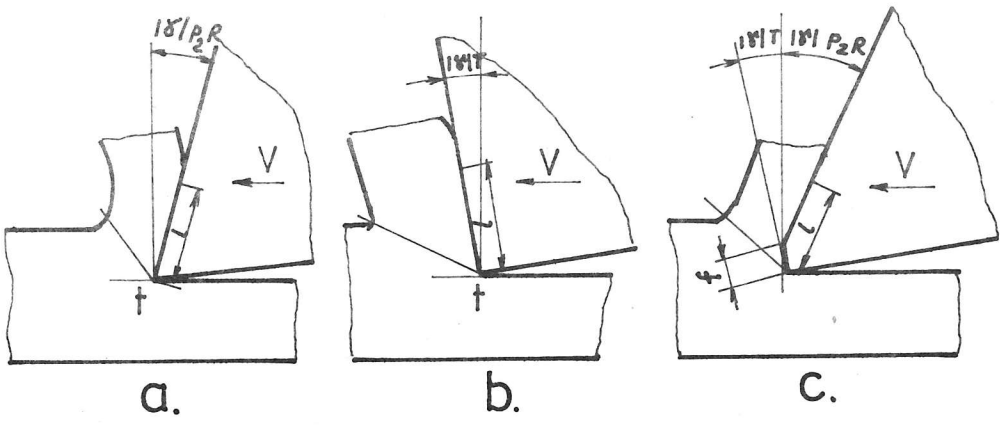


Figura10.37

Localizînd însă fenomenele care materializează funcţiile scop, se constată că fenomenele de uzură-durabilitate evoluează în zona din imediata apropiere a tăişului t, în timp ce fenomenele de deformare a aşchiei şi de frecare care condiţionează mărimea forţei P_z au loc pe o zonă mult mai întinsă l a feţei de degajare.

Prin urmare, cea mai mare parte a feţei de degajare trebuie asigurată cu un unghi de degajare mare γ_{P_zR}, în timp ce zona din imediata apropiere a tăişului, sub forma unei faţete înguste f, trebuie să aibă un unghi de degajare γ_T mic, satisfăcînd criteriul T. În felul acesta, influenţa negativă asupra criteriului P_z a micşorării unghiului γ este neînsemnată. Cele două criterii T şi P_z sînt satisfăcute simultan aproape integral.

Dacă se optimizează unghiul de atac principal $\varkappa$ sub aspectul criteriilor T şi R_a, se obţine o valoare mică $\chi_{TR_a} = 15° ... 20°$, iar optimizîndu-l sub aspectul criteriului forţei de aşchiere, rezultă o valoare mare $\chi_{P_z} = 90°$

Întrucît fenomenele de uzură-durabilitate şi de stabilire a rugozităţii sînt localizate în zona din imediata apropiere a vîrfului v (fig.10.38), în timp ce fenomenele care dau forţa P_z sînt localizate într-o zonă mai largă, corespunzătoare adîncimii t de aşchiere, soluţia optimă globală constă în imprimarea unui unghi de atac mic χ_{TR_a} pe o zonă îngustă l_o din imediata apropiere a vîrfului v, în timp ce cea mai mare parte a părţii active a tăişului se prevede cu un unghi de atac mare χ_{P_z}.

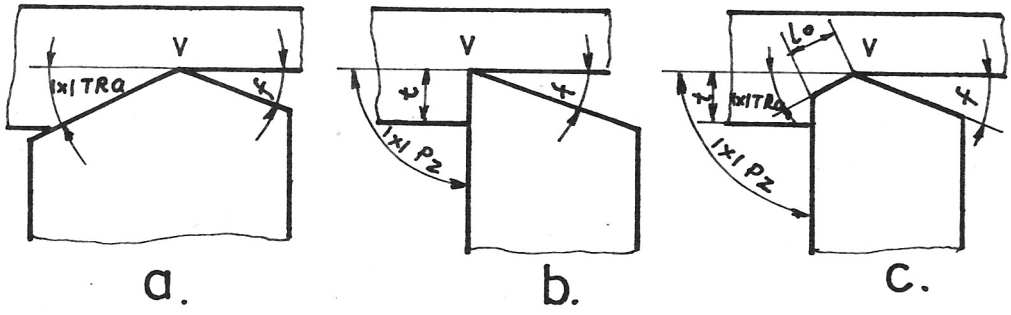


Figura10.38

Prin valoarea mică χ_{TR_a} din zona din apropierea vîrfului se satisface criteriul T în condiţiile restricţiei de rugozitate R_a, fără ca prin aceasta să se afecteze substanţial negativ criteriul P. Sînt astfel simultan satisfăcute două criterii şi o restricţie, printr-o optimizare globală.

Ambele exemple au condus la mutaţii calitative (faţă de degajare cu dublă înclinare şi tăişul activ format dintr-un tăiş principal şi unul auxiliar) la timpul apariţiei lor fiind pe deplin brevetabile.

10.7. Bazele algoritmizării căutărilor creative în tehnică [1], [2]

Aşa cum a rezultat din primul capitol, mulţimii în expansiune a problemelor tehnice de rezolvat îi corespunde o mulţime de ordin superior a soluţiilor tehnice, cuprinzînd în ea atît soluţiile cunoscute, cît şi soluţiile necunoscute, dintre acestea o parte fiind incompatibile-divergente-disonante iar o parte fiind realiste, dintre acestea din urmă urmînd să se găsească soluţiile optime viabile în momentul tehnologic dat.

Pentru definirea matematică a problemei căutării mulţimii soluţiilor tehnice raţionale şi a structurării pe această bază a algoritmului căutării, este necesară în prealabil reprezentarea mulţimii soluţiilor tehnice sub forma unui graf-arbore.

10.7.1. *Determinarea mulţimii R_T a tuturor soluţiilor tehnice posibile*

Mulţimea tuturor soluţiilor tehnice posibile ale unei clase de probleme (dispozitive, maşini, scule, tehnologii etc.) este comod reprezentabilă printr-un graf arborescent [2].

Notînd prin T(X,U) arborescenţa cu rădăcina $x_1 \in X$, unde X,U sînt mulţimile vîrfurilor şi ramurilor arborescenţei T şi dacă este dată dispersia X pe două mulţimi neintersectate X_1 şi X_2 adică $X_1 \cap X_2$ şi $X = X_1 \cup X_2$, vîrfurile din X_1 se vor denumi vîrfuri ŞI, iar vîrfurile X_2 se vor denumi vîrfuri SAU.

Se notează prin F(x) mulţimea vîrfurilor arborescenţei T, în care intră arcele plecînd din $x \in X$ adică:

$$F(x) = \{s \in X \mid \exists \text{ arc } u(x,s) \in U\}$$

Mulţimea vîrfurilor suspendate ale arborescenţei T se notează cu K, în care:

$$K = \{s \in X \mid F(s) = \phi\}$$

Mulţimea combinaţiilor R_T ale vîrfurilor arborescenţei T(X,U) se determină în felul următor:

Combinaţia vîrfurilor $D \in R_T$ este valabilă atunci şi numai atunci cînd:

$X_1 \in D$

$x \in D \cap X_1 \backslash K \Rightarrow F(x) \subset D$;

$x \in D \cap X_2 \backslash K \Rightarrow \exists\, s \in F(x) \cap D$;

$(F(x) \backslash s) \cap D = \phi$

În figura 10.39 este reprezentată o arborescenţă de combinaţii D, în care cercurile albe reprezintă vîrfurile SAU, cele negre - vîrfurile ŞI, iar prin semnul + sînt marcate vîrfurile care intră într-una din combinaţiile D.

Prin intermediul grafurilor arborescente pot fi descrise soluţiile tehnice singulare, clasele de soluţii tehnice înrudite şi ansamblurile de mai multe clase.

Fie mulţimea finită ϕ a termenilor limbajului natural care descriu elementele şi indicii elasei analizate de structuri tehnice. Între mulţimea X şi mulţimea ϕ este stabilită o corespondenţă univocă $P: X \to \phi$, astfel încît pentru orice $D \in R_T$ a mulţimii $P(D) \subset \phi$ există o descriere în limbaj natural a unei soluţii tehnice. Astfel fiecărei combinaţii $D \subset R_T$ îi corespunde o soluţie tehnică.

Pentru materializarea posibilităţilor alegerii soluţiilor tehnice raţionale, se stabileşte corespondenţa dintre vîrfurile suspendate ale arborescenţei T şi cerinţele final selectate

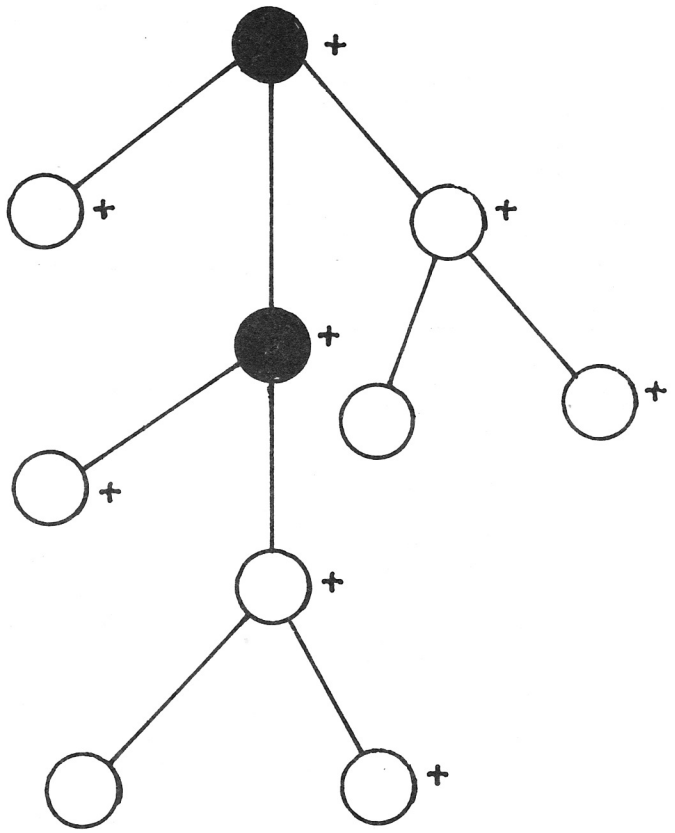


Figura10.39

faţă de soluţiile tehnice din clasa corespunzătoare. Această corespondenţă se descrie prin descriptorul univoc $G = (g_1, g_2, ..., g_M)$

$$G:K \rightarrow C_M$$

$$C_M = [0,1] \cdot [0,1] \cdot ... \cdot [0,1]$$

de M ori

M fiind cubul de măsură unitar.

Acest descriptor se construieşte cu ajutorul aprecierilor experte [18], [19], [20] realizate de către specialiştii calificaţi în domeniu, în care $g_i(x)$ pentru $i = \overline{1\ M}$ reprezintă gradul de satisfacere a cerinţei i de către vîrful $x \in k$.

Descriptorul G poate fi reprezentat şi sub formă de matrice de corespondenţă.

$$G = \|g_{ix}\|_{i=\overline{1,M}}^{x\in K} \qquad g_{ix} = g_i(x)$$

10.7.2. *Formularea problemei căutării mulţimii soluţiilor tehnice raţionale*

10.7.2.1. *Determinarea combinaţiei raţionale.* Dacă există o submulţime închisă oarecare A a mulţimii C_M,

$$A = A_1 \cdot A_2 \cdot \ldots \cdot A_l \cdot S \subset C_M$$

unde $A_i = [a_i, b_i] \subset [0,1]$ sau

$$A = \{a_1^i, a_2^i, \ldots, a_m^i\} \text{ pentru } i = \overline{1,l}$$

Mulţimea S este redată integral cu ajutorul coeficienţilor ρ_i unde $i = \overline{l+1,M}$,

$$\sum_{i=l+1}^{M} \rho_i = 1$$

şi printr-un al doilea număr r;

$$\overline{S} = \{(s_{l+1}, s_{l+2}, \ldots, s_M) \in C_{M-1} \mid \sum_{i=l+1}^{M} \rho_i s_i \geq r\}$$

Combinarea $D \in R$ va fi raţională în raport cu $A \subset C_M$ $x \in D \cap KG(x) \subset 1$, iar soluţia tehnică corespunzătoare combinaţiei raţionale $A \subset C_M$ se va denumi *soluţie tehnică raţională.*

10.7.2.2. *Formularea problemei căutării combinaţiilor raţionale*

Fie arborescenţa T(X,U), descriptorul $G: K \to C_M$ şi submulţimea închisă $A \subset C_M$. Trebuie găsită mulţimea $R_T(i)$ a tuturor combinaţiilor raţionale, adică pentru orice $D \in R_T(i)$ trebuie respectată condiţia $G(D \cap K) \subset A$, problemă care evident nu are soluţie atunci cînd $G(K) \cap A = 0$.

10.8. În loc de concluzii; euristicul şi algoritmicul în creaţia tehnică

Prin *euristic* se înţelege latura activităţii cerebrale umane, care - pornind de la cunoştinţele cumulate - conduce la cunoştinţe noi. Termenul derivă din verbul grecesc heuriskein - a afla; a descoperi. Din acelaşi verb provine şi euristica - ştiinţa şi arta descoperirii - a inventării.

Prin *algoritmic* se înţelege latura activităţii cerebrale umane dominată de logică şi matematică şi care conduce în mod sigur, prin deducţii şi calcule, la rezultate precise şi unice.

Mulţi ani a dominat concepţia, în conformitate cu care euristicul şi algoritmicul constituind o dihotomie divergentă, singurele procese care ar putea conduce la creaţii sînt procesele euristice în timp ce procesele algoritmice nu pot conduce decît la realizări lipsite de originalitate.

Mai mult decît atît, se considera că orice încercare de logicizare-algoritmizare a euristicului este sortită aprioric eşecului, întrucît algoritmizarea înseamnă anularea laturii euristice şi ca atare a însăşi creaţiei sau - aşa cum afirmă B.F. Skinner - "prin definiţie, noi nu-l putem învăţa pe elev comportamentul original, pentru că prin însuşi acest fapt, el şi-ar pierde originalitatea" negîndu-se în acest fel şi posibilitatea structurării unei pedagogii a creativităţii.

O astfel de concepţie a fost stimulată şi de faptul că procesele creative sînt deosebit de complexe, cuprinzînd, pe lîngă latura intelectuală-modelabilă şi algoritmizabilă, o latură emoţională, deocamdată nemodelabilă, precum şi o latură inspirativă, rezultat al conlucrării dintre conştient şi preconştient, apelînd la o logică a proceselor de la nivelul inconştientului, încă nestudiate instrumental - deci, de asemenea, nemodelabile.

Faptul că fenomenele determinate de circuitele emoţionale ale creierului, precum şi inspiraţia nu sînt astăzi suficient de bine descifrate, nu înseamnă că ele nu se desfăşoară după nişte legi bine determinate oricît de complexe ar fi acestea; într-un viitor mai apropiat sau mai îndepărtat şi aceste legi vor fi integral cunoscute, deci vor deveni modelabile, logificabile şi algoritmizabile.

Negarea posibilităţilor algoritmicului în creaţie a fost alimentată şi de faptul că încercările de creaţii muzicale sau poetice prin intermediul calculatorului au suferit eşecuri notabile. De alfel aceste eşecuri erau de prevăzut, întrucît în creaţia artistică laturile emoţională şi inspirativă sînt dominante în raport cu cea logică-algoritmică şi pînă la descifrarea logicii emoţiilor şi a logicii conlucrării dintre conştient şi subconştient nu vor fi posibile creaţii artistice reale pe calculator.

Şi în creaţia tehnică intervin toate cele trei laturi - *intelectuală, emoţională şi inspirativă ale gîndirii umane* - la care trebuie însă adăugată şi *latura tehnologică* - "a gîndi cu mîinile", cu simţurile înalt activate în proces şi colaborînd eficient cu gîndirea, aşa cum afirmă M.W. Thring [3] ..."inventatorul gîndeşte cu mintea, cu inima şi cu mîna (simţurile) ..."

De aici rezultă şi raportul dintre inteligenţă şi creativitate în creaţia tehnică: în măsura în care procesul creativ se bazează pe metodele logice de căutare, conştientizate sau desfăşurate la nivelul combinatoricii subconştientului, creativitatea reprezintă o parte a inteligenţei, iar în măsura în care apelează la întreaga personalitate intelectual-emoţional-inspirativ-tehnologică a inventatorului, inteligenţa nu reprezintă decît o parte a creativităţii.

Trebuie, de asemenea, remarcat faptul că în creaţia tehnică latura raţională-intelectuală are o pondere mult mai mare decît în creaţia artistică. În mod firesc se pune întrebarea dacă este posibilă creaţia în tehnică, folosindu-se numai latura intelectuală transferabilă mijloacelor electronice de calcul.

Dacă se urmăresc atributele specifice ale euristicului şi algoritmicului în creaţia tehnică, prezentate în tabelul 10.1 şi dacă se ia în consideraţie faptul că produsul creativ

în tehnică, invenţia, este definibilă riguros prin trei atribute logice - *noutate, aplicativitate şi progres*, atunci răspunsul este afirmativ.

Argumente în plus se obţin dacă se analizează raportul dintre inventică şi proiectare optimală [4], [5]. După cum este cunoscut procesul în care se maximizează caracteristica calitativă a proprietăţilor dorite ale obiectului sau se minimizează caracteristica calitativă a proprietăţilor nedorite ale acestuia poartă denumirea de optimizare, iar partea din matematici destinată studiului maximelor şi minimelor, precum şi determinării cantitative ale acestora a căpătat denumirea de *teoria optimizării*.

În consecinţă, *proiectarea optimală se poate defini ca un proces de optimizare a funcţiilor utilizate în problemele de proiectare tehnică*. Cu alte cuvinte, obiectivul de bază al proiectării optimale este realizarea de obiecte tehnice cu funcţii optimizate-extremizate şi coincide cu obiectivul general al inventicii şi cel al ingineriei valorii. Proiectarea optimală se suprapune în mare măsură cu logica proiectării creative, a cărei pondere în traseul general al inventicii se află într-o viguroasă expansiune. Este evident, că în procesele de creaţie tehnică predomină optimizarea globală, al cărei obiectiv este găsirea ansamblului parametrilor care satisfac maximal ansamblul funcţiilor scop, în condiţiile existenţei unor restricţii funcţionale şi a unor restricţii spaţiale. Dacă prin aceste căutări se obţin valori optime ale parametrilor, procesul de optimizare nu reprezintă propriu-zis un proces creativ, întrucît valorile, mărimile unor parametri ai obiectivelor tehnice, nu pot servi drept revendicări în descrierile de invenţii.

În această ipostază, teoria optimizării prezintă importanţă numai într-o etapă înaintată a procesului creativ în tehnică - în etapa încercării şi optimizării prototipului invenţiei, a optimizării cantitative a subansamblelor, a elementelor componente - etapă de maximă importanţă pentru punerea integrală în valoare a noii soluţii.

Dar teoria optimizării poate conduce nu numai la optimizări de amănunt, ci şi la optimizări structurale; este suficient de amintit două metode de optimizare - metoda programării dinamice şi optimizarea prin calcul variaţional [6], [8] - al căror scop este găsirea nu a unor valori optime, ci a unor structuri şi legi optime, obiective care, integrate tehnicii, constituie noi soluţii brevetabile.

Alte argumente ne oferă dezvoltarea în ultimii ani a tehnicilor şi metodelor logice de căutare a noilor soluţii tehnice. Printre acestea, se poate cita metoda de căutare prin obiect generalizat al creaţiei tehnice [5] prin intermediul căreia s-au obţinut zeci de invenţii în domeniul sculelor aşchietoare, precum şi metoda algoritmului generalizat al căutării creative în tehnică, elaborată de colectivul prof. A. Polovinkin [1], [11], care a condus la sintetizarea pentru prima dată a unor invenţii direct prin calculatorul electronic.

Invenţiile, care au la bază o structură care reprezintă o combinare de elemente cunoscute într-un nou ansamblu calitativ superior, precum şi invenţiile care se referă la noi forme, noi curbe, noi suprafeţe ale organelor de maşini şi construcţiilor pot fi realizate pe cale logică - analitică - deductivă, prin metodele specifice calculului optimal.

Spre deosebire de celelalte tipuri structurale de invenţii în a căror elaborare joacă un rol determinant fantezia, imaginaţia, procesele combinatorice de la nivelul subconştientului, în cea mai mare parte nelămurite încă şi avînd un caracter dominant spontan şi pentru care psihologia creaţiei nu poate oferi decît mijloace de stimulare şi favorizare, iluminarea rămînînd guvernată încă în mare măsură de hazard, invenţiile

Tabelul 10.1

Atributele specifice euristicului	Atributele specifice algoritmului
1. Cuprinde într-o unitate dialectică laturile intelectuală, emoţională şi inspirativă a gîndirii umane	1. Cuprinde deocamdată numai latura intelectuală a gîndirii umane
2. Structurează demersuri, tehnici şi metode intuitive de creaţie	2. Modelează riguros, îmbrăcînd în haină matematică, procesele intelectuale de creaţie, structurînd proceduri, tehnici şi metode logice de creaţie
3. Rezultatele demersurilor, tehnicilor şi metodelor euristice de creaţie poartă în mai mare măsură amprenta unei înalte originalităţi, dar nu sînt garantate	3. Rezultatele procedeelor, tehnicilor şi metodelor logice de creaţie, cu toate că au în medie un grad mai redus de originalitate, sînt garantate
4. Pune în valoare fondul informaţional natural al individului sau a grupei de creaţie	4. Presupune constituirea unui fond informaţional special
5. Nu permite folosirea mijloacelor electronice de calcul, decît secvenţial şi numai în măsura în care unele secvenţe ale euristicului au fost logicizate	5. Permite folosirea mijloacelor electronice de calcul cu o înaltă capacitate de baleiere a spaţiului de soluţii posibile, de căutare şi găsire a soluţiei optime
6. Gradul de valorificare a euristicului depinde în cea mai mare măsură de rezerva naturală şi de gradul de educare, a creativităţii, de capacitatea de a elimina sau diminua obstacolele de ordin psihologic şi educaţional	6. Gradul de valorificare a algoritmicului în creaţie nu depinde decît de cunoştinţe - de eliminarea obstacolelor de ordin gnoseologic, de gradul de dezvoltare a procedeurilor, tehnicilor şi metodelor logice de creaţie şi nu este influenţat de obstacolele de ordin psihologic-educaţional

combinative (a căror caz particular îl reprezintă cele bisociative) pot şi trebuie să devină un rezultat al unei activităţi logice, deliberat orientate spre creaţie.

Pentru astfel de invenţii se pot elabora tehnologii logice, care plecînd de la informarea şi sinteza informaţiilor şi formularea şi precizarea pe această bază a temei de creaţie, să conducă în mod forţat la noua soluţie calitativ superioară. Inventica trece în felul acesta din sfera dominant-divergentă a gîndirii, în cea a gîndirii dominant-convergente, specifică specialiştilor formaţi.

Pe de altă parte, nu numai invenţiile logic determinate, cu o logică formalizabilă şi transferabilă mijloacelor electronice de calcul (a căror productivitate de baleiere a mulţimii soluţiilor posibile este infinit mai mare decît cea a creierului uman), interesează pe inventologi, ci şi invenţiile stimulate prin tehnici şi metode intuitive de creaţie, parţial logificabile şi formalizabile. Din acest punct de vedere, algoritmii căutărilor creative pot fi subîmpărţiţi în conformitate cu clasificarea expusă în cunoscuta monografie redactată sub coordonarea lui A.I. Polovinkin [11], în:

1. Algoritmi integral formalizaţi, care pot fi direct concretizaţi în programe, în care sînt net delimitate datele de pornire elaborate de om şi rezultatele elaborate de maşină (în rîndul rezultatelor considerîndu-se şi lipsa acestora sau prezenţa unor rezultate inacceptabile de către om).

2. Metode euristice parţial formalizate - euriritmuri, la care o parte din tehnicile de creaţie folosite sînt algoritmizate şi preluate de către maşină, iar o parte trebuie rezolvate de mintea umană. Astfel de programe umano-maşinizate vor căpăta o largă utilizare în viitorul apropiat.

Autorii monografiei [1] consideră pe bună dreptate, că pe lîngă problema principială a posibilităţii utilizării mijloacelor electronice de căutare există şi o a doua problemă, cel puţin la fel de importantă ca prima, cea a oportunităţii folosirii calculatoarelor în procesele euristice.

Se defineşte în acest sens noţiunea de volum de muncă necesar pentru rezolvarea problemei de creaţie, pentru a cărui determinare cantitativă trebuie să se cunoască numărul aproximativ de probleme de rezolvat, consumul mediu de timp în rezolvarea unei probleme incluzînd consumul de timp pentru formalizare, programare şi pregătirea informaţiilor pentru purtătorii maşinii de calcul, în ipoteza utilizării mijloacelor de calcul şi în cea a utilizării în exclusivitate a minţii umane (evident în vederea obţinerii unor rezultate echivalente).

Dar în aprecierea oportunităţii folosirii mijloacelor electronice de calcul mai trebuie uneori luaţi în consideraţie şi alţi factori, ca de exemplu costul utilizării tehnicii de calcul sau trăsăturile psihologice ale inventatorului legate de adoptarea drept ajutor a maşinii de calcul. Nu rareori unele faze sau etape în rezolvarea euriritmurilor devin mai economice prin utilizarea calculatorului uman.

Pe baza experienţei folosirii mijloacelor electronice de calcul în căutarea şi găsirea unei soluţii optime, autorii ajung la următoarele două concluzii de bază [1], [2]:

- Foarte multe metode şi tehnici euristice folosite cu succes pînă în prezent fără aportul mijloacelor electronice de calcul, au devenit mult mai eficiente după ce au fost parţial logicizate, formalizate şi apoi transferate calculatorului. Cu toate acestea, metodele şi tehnicile euristice rămîn oportune în vederea utilizării exclusive a creierului uman, atunci cînd nu s-a reuşit formalizarea şi programarea pentru clasa dată de probleme sau cînd nu există la dispoziţie mijloace electronice adecvate. Ca atare, apare ca deosebit de

oportună dezvoltarea tehnicilor şi metodelor euristice în ambele variante - cu utilizarea mijloacelor electronice de calcul şi fără utilizarea acestora.

- Au apărut o serie de tehnici şi metode de căutare, care în nici un caz nu pot fi utilizate fără ajutorul mijloacelor electronice de calcul, denumite metode maşinizate de căutări constructiv-creative.

Folosirea tehnicilor şi metodelor euristice, parţial formalizate sau neformalizate, generează, în conformitate cu clasificarea invenţiilor sub aspect genetic, invenţii stimulate, iar folosirea tehnicilor şi metodelor maşinizate de căutări creative conduce la invenţii logic-determinate.

Logica poate pătrunde la nivelul inconştientului numai sub forma unor programe difuze de combinări şi de criterii de consonanţă care acţionează reflex şi cu intensitate scăzută.

Aceste procese logice-combinatorice de la nivelul inconştientului vor fi cu atît mai puţin difuze, cu cît mai ferm au fost dezvoltate şi cultivate metodele logice de creaţie la nivelul conştientului.

Iată din ce cauză, înseşi metodele şi tehnicile intuitive de creaţie devin mai productive atunci cînd sînt combinate cu tehnicile şi metodele logico-combinatorice.

Aparent paradoxal, euristicul devine algoritmic, iar algoritmicul devine euristic.

Numai înţelegîndu-se şi aplicîndu-se cu pricepere acest principiu dialectic al unităţii dintre euristic şi algoritmic, între logic şi intuitiv, între analiză şi sinteză, între deducţie şi inducţie, se poate ajunge la o înaltă eficienţă a muncii de creaţie tehnică.

Pe de altă parte, metodele şi tehnicile psihologice mai prezintă un avantaj substanţial - operativitatea; în timp ce tehnicile şi metodele logice presupun o intensă activitate preliminară informaţională laborioasă şi uneori de lungă durată şi nu se foloseşte practic decît în foarte mică măsură cantitatea de informaţii de la nivelul cortexului inventatorului; tehnicile şi metodele intuitive presupun o pregătire informaţională minimală şi asigură utilizarea în mult mai mare măsură a cantităţii personale de informaţii stocate.

Acesta este şi argumentul pentru elaborarea unor tehnici şi metode logico-intuitive de creaţie tehnică, care să pună în valoare maximal capacitatea creativă a inventatorului individual, cît şi a unor programe complexe de amplificare a creativităţii, incluzînd ansamblul om-maşină electronică de calcul.

După cum se constată din cele prezentate anterior, algoritmicul nu este opus divergent euristicului, ci, împreună cu acesta din urmă, reprezintă laturi complementare, interferente şi dialectice ale procesului unic al elaborării noului în tehnică.

Dezvoltarea optimală în viitor a inventicii va trebui să cuprindă ambele laturi ale procesului, contribuind la elaborarea şi dezvoltarea atît a demersurilor, tehnicilor şi metodelor euristice cît şi a procedurilor, tehnicilor şi metodelor logice-algoritmice de creaţie tehnică. Elaborarea în ultimii ani la Iaşi a unui algoritm generalizat al inventicii [22], care presupune trei căi posibile (euristică, logică şi logico-euristică) [23], permite unificarea concepţiilor privind creaţia în tehnică şi dezvolatrea ambelor laturi ale acesteia. Algoritmizarea euristicului şi euristicizarea algoritmicului reprezintă strategiile viitoare de bază pentru eficientizarea proceselor de creaţie tehnică, pentru creşterea productivităţii în creaţie şi pentru cuprinderea în procesele creative a unui număr cît mai mare de

personal tehnic, pentru transformarea mişcării de invenţii într-o adevărată mişcare de masă.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. şi colab. - *Avtomatizaţia poiscovo konstruirovania*, Editura Radio i sveazi, 1981.
2. Dvoreankin A.N., Polovinkin A.I., Sobolev A.N. - *Metodî sinteza tehniceskih reşenii*. Editura Nauka, Moskva, 1977.
3. Kaufman A., Fustier M., Drevet A. - *L'inventique*, Entreprise moderne d'édition. Paris, 1971.
4. Kaufman A. - *Metode şi modele de cercetare operaţională*, vol.II, Editura Dunod (traducere în l. română) Editura ştiinţifică, Bucureşti, 1967.
5. Belous V., Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică*. Lucrările sesiunii Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini. Vol. Maşini-unelte, scule şi dispozitive. Rotaprint, I.P. Iaşi, 1980.
6. Belous V. - *Inventica. Bazele creaţiei tehnice în construcţia de maşini*. Rotaprint, I.P. Iaşi, 1983.
7. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica*. Editura Junimea, Iaşi, 1986.
8. Belous V. - *Interferenţele inventicii; inventica şi teoria optimizării*. Volumul Celui de al II-lea simpozion de inventică Iaşi, 1986, pp.162-164.
9. Belous V. - *Polivalenţa şi interferenţele inventicii. Tehnologie, calitate, maşini, materiale - TCMM*, vol.I, Editura tehnică Bucureşti, 1987, pp.309-320.
10. * * * - *Coordinated Material on System NASTRAN of the Comittee on Aeronautical and Space Science*. United States Senate, 1975, pp.11-13.
11. Polovinkin A.I. şi colab. - *Algoritmî optimizaţii proectnîh reşenii* Editura Energhia, Moscva, 1977.
12. Enescu Ion, Sava Valeriu - *Matematici speciale*, I.P. Iaşi, 1981.
13. Lavrentiev M.A., Liusternik L.A. - *Curs de calcul variaţional*. Editura tehnică, Bucureşti, 1955.
14. Dixon John - *Inventiveness, Analysis and Decision Making*. Mc Graw Hill Book Co New York 1966. Traducere în l.rusă. Editura Mir, Moscva, 1969.
15. Polovinkin A.I. - *Metod optimalinogo proectirovania s avtomaticeskim poiskom shem i structur injinernîh construcţii* Naucienîe trudî TNIIS 1970, nr.34, p.162.
16. Belous V. - *Sinteza sculelor aşchietore*. Editura Junimea, Iaşi, 1980.
17. Wilde J.Douglas - *Globally optimal Design*. A.Willey Interscience Publication. John Willey and sons Ney York, 1978.
18. Beselev S.D., Gurovici F.G. - *Expertnîe Oţenki*. Editura Nauka, Moscva, 1973.
19. Raihman E.P., Argaldov G.G. - *Expertnîe metodî v oţenke kacestva tovarov*. Editura Economica, Moscva, 1974.
20. Ciurea Sorin - *Nivelul tehnic al produselor*. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1987.
21. Altşuler H.S. - *Poisk novîh idei; ot ozarenia k tehnologhii*. Editura Cartea Moldovenească, Chişinău, 1989.
22. Belous V. - *Un algoritm generalizat al inventicii*. În: vol. Lucrările celui de al III-lea Simpozion Naţional de Inventică, Iaşi, 1986.
23. Belous V. - *Trei căi posibile în cadrul fluxului general al inventicii*. În: rev. Construcţia de maşini, nr.10, 1988, p.538-541.

PARTEA a II-a

DEMERSURI, TEHNICI ŞI METODE DE CREAŢIE TEHNICĂ

DEMERSURI, TEHNICI ŞI METODE DE CREAŢIE TEHNICĂ

Analiza invenţiilor, a bazelor psihognoseologice ale sintezei creative în tehnică, a obstacolelor de bază din faţa creaţiei tehnice, a bazelor psihopedagogice, psihosocioculturale, precum şi a bazelor logice matematice ale inventicii, a permis elaborarea unor demersuri, proceduri, tehnici şi metode de creaţie tehnică, constituite ca mijloace de eficientizare a proceselor creative în tehnică.

În conformitate cu tabelul 11.1 aceste mijloace se subclasifică în trei categorii, funcţie de raportul dintre euristic şi algoritmic, dintre intuiţie şi logică, dintre aportul subconştientului şi a circuitelor emoţionale şi cel al conştientului, după cum urmează:

- mijloace intuitive de creaţie tehnică;
- mijloace logico-intuitive de creaţie tehnică;
- mijloace logice de creaţie tehnică.

În această clasificare se consideră că la baza structurării tehnicilor şi metodelor intuitive şi a celor logico-intuitive se află demersurile euristice, că o tehnică de creaţie reprezintă un repertoriu de demersuri euristice, iar o metodă de creaţie reprezintă o îmbinare de tehnici de creaţie.

La baza structurării tehnicilor şi metodelor logice de creaţie stau procedurile logice de căutare.

Tehnicile logice de căutare, cum sînt cercetarea morfologică, prin diagrame de idei, prin obiect generalizat al creaţiei, prin calcul optimal sau variaţional, fiind expuse în capitolul 10 destinat prezentării bazelor logice-matematice ale inventicii, în prezentul capitol vor fi expuse numai metodele complexe de creaţie, cum sînt: sinteza morfologică, metoda obiectului generalizat, sinteza automată a soluţiilor optime, precum şi sinteza soluţiilor prin eliminarea contradicţiilor (ARIZ).

Tabelul 11.1

Mijloace de eficientizare a proceselor creative în tehnică (demersuri, proceduri, tehnici şi metode de creaţie tehnică)

	Grupe de demersuri euristice	Tehnici de creaţie	Metode de creaţie
Mijloace intuitive de creaţie tehnică	1. Modificări cantitative 2. Modificări de formă 3. Modificări în spaţiu 4. Modificări în timp 5. Modificări ale mişcării 6. Modificări de materiale 7. Modificări prin eliminare 8. Modificări prin adăugare 9. Modificări prin înlocuire 10. Modificări prin diferenţiere 11. Modificări prin integrare 12. Modificări prin folosirea mijloacelor profilactice 13. Folosirea rezervelor 14. Transformări analogice 15. Modificări prin combinare şi sinteză complexă	- Asocierea, consonanţa - Analogia şi extrapolarea - Inversia - Empatia - Combinarea - Modificarea-ameliorarea-dezvoltarea	- Brainstorming - Sinectica - Philips 66 - Discuţia Panel - Metoda 6-3-5 - Frisco - Oracolul Delphi
Mijloace logico-intuitive de creaţie tehnică		- Input-output - Tehnica listelor interogative Osborn - Tehnica demersurilor euristice	- Metoda demersurilor euristice - Metoda ghirlandelor de asociaţii - Metoda euristică generalizată

Tabelul 11.1 (continuare)

Mijloace logice de creaţie tehnică	Proceduri logice de căutare	Cercetarea morfologică: - prin matrici - secvenţial-selectivă - ponderată-selectivă prin divizare pe submorfologii - prin enumerare ordonată (lexicografică) - prin avansare aleatorie - prin asemănare - prin diagrame de idei - prin obiect generalizat Calcul optimal Calcul variaţional	- Sinteza morfologică - Metoda obiectului generalizat - Sinteza automată a soluţiilor optime - Sinteza soluţiilor prin eliminarea contradicţiilor (ARIZ)

CAPITOLUL 11

TEHNICILE ŞI METODELE INTUITIVE DE CREAŢIE

Psihologii preocupaţi de procesul de creaţie, constatînd natura dominant psihologică a obstacolelor din faţa inventatorului şi-au dirijat în mod firesc eforturile în vederea elaborării unor tehnici şi metode psihologice (intuitive) de creaţie, pe motivul evident că un obstacol psihologic poate fi înlăturat sau atenuat cel mai eficient, tot pe cale psihologică.

Demersurile, tehnicile şi metodele intuitive de creaţie tehnică s-au dezvoltat vertiginos începînd cu anii celui de al doilea război mondial care a determinat constructorii să producă un număr sporit de creaţii tehnice - de invenţii, apărînd ca atare şi necesitatea elaborării unor mijloace pentru stimularea proceselor creative. În această perioadă a apărut brainstormingul, iar astăzi sînt cunoscute zeci şi chiar sute de tehnici şi metode psihologice de creaţie.

Aceste metode se bazează mai puţin pe logica gîndirii umane şi mai mult pe activizarea capacităţilor creatoare ale inventatorului, pe intuiţie, fantezie, afinitate faţă de analogii şi metafore, pe capacitatea de conlucrare a conştientului cu subconştientul, pe implicarea laturii emoţionale ale spiritului său; avantajele dezvoltării şi elaborării de noi tehnici şi metode - psihologice de creaţie au fost subliniate în paragraful 10.8, destinat studierii raportului dintre euristic şi algoritmic în creaţia tehnică.

Printre tehnicile mai importante, folosite pentru stimularea creativităţii în tehnică, pot fi citate: asocierea consonantă, analogia, evocarea, extrapolarea, empatia, inversia şi fantezia, iar dintre metodele de creaţie, se pot cita, brainstormingul, sinectica, Philips 66, discuţia Panel, metoda 6-3-5, metoda Frisco, metoda oracolului Delphi, metoda ghirlandelor de asociaţii şi metoda euristică generalizată.

11.1. Tehnicile euristice, intuitive, de creaţie tehnică

Tehnicile de tipul asocierii, consonanţei, analogiei, extrapolării, evocării, empatiei, inversiei sau a demersurilor euristice pot fi folosite separat în stimularea creaţiei tehnice sau se pot combina în cadrul unor metodologii complexe, de tipul sinecticii lui Gordon.

11.1.1. *Asocierea consonantă*

Asocierea, denumită de Alex Osborn [1] „Procedeul fundamental pentru producţia de idei", reprezintă o funcţie a intelectului uman care stabileşte legături între imaginaţie şi memorie, în aşa fel, încît o idee o antrenează pe alta. Asociaţia se dezvoltă în special la persoanele cu o puternică energie imaginativă, dublată de cunoştinţe bogate. Cu cît memoria este mai bogată, cu atît posibilitatea apariţiei asociaţiilor este mai mare.

Vechii greci considerau că asociaţiile de idei sînt subordonate la trei principii: contiguitate (vecinătate), similitudine şi contrast, principii recunoscute şi astăzi de asociaţionişti.

Ştefan Odobleja [2] consideră că factorul selectiv esenţial care provoacă asociaţia este *consonanţa*, definită ca un efect şi cauză de asemănare - efect al asemănării obiective, exterioare, fizice şi cauză a asemănării obiective, interioare, psihologice.

În conformitate cu concepţia consonantistă, în procesele de creaţie fenomenul primordial este evocarea, iar cauza acesteia este *similitudinea* a cărei intensitate este determinată de rezonanţă (consonanţă).

Evocarea este un fenomen psiho-dinamic, ale cărui direcţie, sens şi selectivitate sînt determinate de către criteriile de consonanţă sau punctele de vedere ale acesteia.

Evocarea reprezintă „reproducerea unei imagini, provocată de asemănarea ei cu o senzaţie sau cu o altă imagine în stare de activitate" ... „Declanşarea unor vibraţii specifice şi proprii, într-un rezonator cerebral sau psihic, de către mecanismul aflat la unison cu un alt rezonator excitator. Fuziunea în acelaşi ritm vibrator a două senzaţii disparate în timp şi spaţiu. O punere în mişcare a impregnărilor memoriale sub acţiunea unei senzaţii înrudite" [2].

Prin imaginaţie, Stefan Odobleja înţelege „o stare de consonanţă predominantă, o stare de evocare, o înlănţuire de consonanţe (evocări). Evocări multiple, intense, rapide, uşoare, prompte şi complexe, de o mare varietate în plan material. Aptitudine (dispoziţie) pentru consonanţă şi pentru evocare, *stare de creaţie*" [2]. Prin prisma aceleiaşi concepţii consonantiste, creaţia este compunerea unor idei noi cu elemente disponibile - stabilirea de noi consonanţe sau de noi disonanţe între imagini sau între idei", iar euristica (inventica) este „ştiinţa perceperii sau creării de noi consonanţe între idei sau între lume şi idei. Arta de a gîndi şi de a inventa. Ştiinţa tehnicii creatoare (tehnica gîndirii). Ştiinţa de a mări artificial capacitatea inteligenţei, prin stimulente şi prin substituiri (gîndire materializată, mecanizată, fizicizată, instrumentală)" [2].

Este sugestiv exemplul personal redat de autorul brainstormingului, Alex.Osburn [1]: „În timpul reflecţiilor mele asupra problemei asociaţiei ideilor, a trebuit să mă duc la un dentist. În timp ce mă prelucra cu freza, mîna mea a atins un mic tub care conducea gazul la becul Bunsen. *Ce cauciuc moale şi fin, mă gîndeam, e ca o jucărie de copil*" (o primă asociere avînd drept criteriu consonant catalizator - tuşeul).

„Atingerea cauciucului mi-a reamintit cum nemţii au simulat apărarea faţă de invazie a Normandiei prin baloane umflate avînd siluete de vase de război, tancuri şi piese grele de artileire. Această asociaţie între momelele utilizate cu atîţia ani în urmă în Anglia şi micul tub, s-a realizat în spiritul meu în mai puţin de o secundă" (această a doua asociere avînd ca element consonant catalizator unic - materialul de construcţie, cauciucul).

„Cu cîteva zile mai înainte, m-am dus la un magazin specializat în modele de expunere în vitrine, apoi la un magazin de îmbrăcăminte unde l-am întîlnit pe vitrinierul şef. Ca atare, în mod firesc, în timp ce dentistul îşi vedea de treabă, cuvintele copil ... cauciuc ... jucării uriaşe ... îmbrăcăminte ... mi-au traversat spiritul. În consecinţă m-am întrebat: *în loc de a fabrica manechinul din vitrină din masă plastică grea, atît de costisitoare, la transport şi atît de fragilă, de ce nu s-ar fabrica din cauciuc, ceea ce ar permite să fie transportat dezumflat şi de a fi reumflat numai în momentul cînd se expune în vitrină*" [1].

Se constată prin urmare un lanţ întreg de asociaţii consonante - de evocări, care au dus la o nouă soluţie tehnică - manechinul de vitrină gonflabil, de fapt o reinventare a acestuia, întrucît autorul văzuse cu 10 ani în urmă manechine gonflabile la o paradă a marilor magazine, cu ocazia unei sărbători, dar care rămăseseră la nivelul subconştientului, servind însă drept catalizator consonant al lanţului de asocieri.

11.1.2. *Analogia şi extrapolarea*

Analogia reprezintă o asociere parţial consonantă, dar din punctul de vedere al inventicii reprezintă o tehnică specială, de consonanţă căutată, presupusă, un transfer de însuşiri de la un lucru la altul.

Analogia joacă un rol de bază în creaţia ştiinţifică şi tehnică, conducînd sub aspect practic la tehnica extrapolării.

Discipline ştiinţifice întregi se bazează pe analogie şi extrapolare; în acest sens:

- bionica este ştiinţa bazată pe analogiile şi extrapolările soluţiilor optimizate din natură, în tehnică;
- fluidica este ştiinţa bazată pe analogia şi extrapolarea legilor electronicii, ale circuitelor de comandă, în comanda hidraulică;
- teoria hidrodinamică a aşchierii metalelor la viteze superînalte se bazează pe analogia şi extrapolarea legilor curgerii fluidelor la aşchierea metalelor etc.

Împrumutul de idei, de la soluţia analoagă mai mult sau mai puţin apropiată, reprezintă una din tehnicile de creaţie cele mai eficiente.

Mare as al analogiei şi extrapolării a fost Leonardo Da Vinci, inventatorul planorului şi al deltaplanului, prin analogie cu soluţiile naturale materializate de sistemele de zbor ale păsărilor.

În domeniul aşchierii metalelor şi al sculelor aşchietoare, în care îmi desfăşor activitatea, este cunoscută soluţia Ignatiev, de dinte de sculă autoascuţibil, prin extinderea - extrapolarea soluţiei naturale a dinţilor rozătoarelor în construcţia sculelor aşchietoare. Pe baza constatării că dintele rozătoarelor se autoascute în procesul de uzare, ca urmare a diferenţierii durităţii acestuia, duritatea maximă fiind în stratul superficial frontal, dintele de sculă aşchietoare cu autoascuţire este placat prin sudură sau prin depunere, cu un strat frontal, pe faţa de aşezare, superficial, dur, de 0,2...0,5 mm.

Într-adevăr, sub acţiunea forţei de deformare F, necesară roaderii (aşchierii) morcovului, de exemplu, (fig.11.1 a) se produce numai o uzură a feţei de degajare *d*, sub forma unei scobituri, care rămîne constantă în timp, eliminîndu-se straturi superficiale

succesive, paralele, de formă constantă, în timp ce faţa de aşezare *a*, rămîne neuzată şi ca atare, tăişul dintelui *t* rămîne permanent ascuţit (dintele este autoascuţit prin uzură).

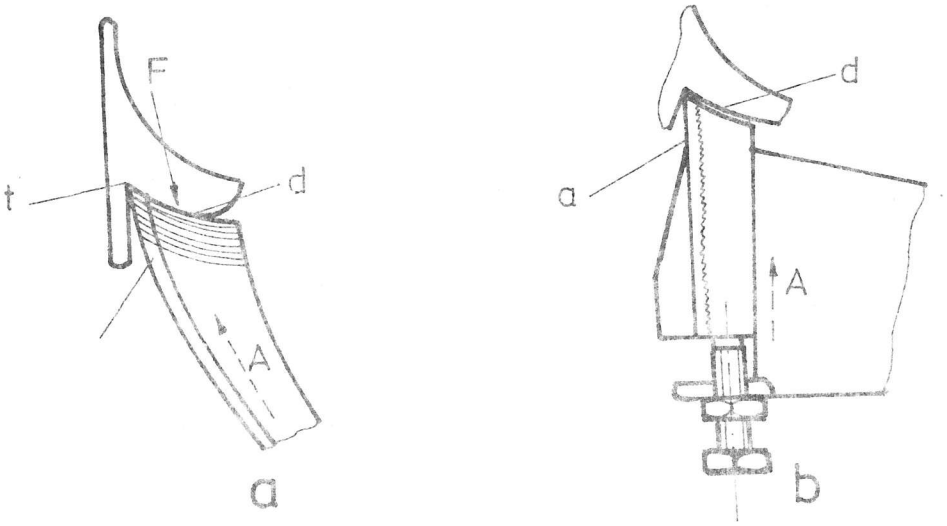


Figura 11.1

Analizîndu-se cauza localizării uzurii numai pe faţa de degajare, s-a constatat că aceasta rezidă în diferenţierea materialului şi a durităţii acestuia pe cele două feţe active ale dintelui, faţa de aşezare *a* fiind reprezentată de smaltul dur în timp ce faţa de degajare *d* este mai moale.

Această soluţie de diferenţiere a durităţii şi rezistenţei la uzură a celor două feţe active ale sculei au fost extrapolate şi adaptate la construcţia dinţilor sculelor aşchietoare (fig.11.1. b).

Suprafaţa de aşezare *a* se plachează prin sudură cu oţel rapid dur, în timp ce faţa de degajare *d* se execută din oţel aliat mai puţin rezistent la uzură sau se depune prin metalizare, carbură dură pe faţă de aşezare, în timp ce faţa de degajare este executată din oţel rapid mai puţin rezistent la uzură. Pentru a reproduce şi creşterea şi revenirea la înălţime A a dintelui pe măsura uzurii pe faţa de degajare, se foloseşte un şurub de reglare.

Este evident că practicarea analogiei cu soluţiile din natură presupune cunoaşterea de către inventator a legilor naturii şi în special, a biologiei şi fiziologiei.

Dar şi literatura beletristică, folclorul, mitologia şi literatura ştiinţifico-fantastică pot conduce la analogii şi extrapolări. Cîte din viziunile lui Jules-Verne nu sînt materializate astăzi şi cît de aproape sîntem de realizarea oglinzii miraculoase din Alba ca Zăpada şi cei şapte pitici!

Aceasta nu înseamnă însă că un specialist nu poate practica analogia şi extrapolarea şi în interiorul domeniului său îngust de activitate; într-adevăr, în afară de „analogiile îndepărtate" prezentate mai înainte, sînt posibile şi „analogiile apropiate".

Pe o astfel de analogie şi extrapolare apropiată se bazează întregul sistem de scule Romascon, cu ascuţire continuă, constituit din peste 40 de invenţii, pe care le-am realizat în ultimii 10 ani în domeniul frezelor frontale, unghiulare, de colţ, profilate, alezoare sau lamatoare [3].

La data apariţiei primei invenţii de freză Romascon [4] erau cunoscute frezele melc modul cu piepteni demontabili construite în URSS [5], [6], caracterizate prin ascuţire continuă, după arce de cerc, ca urmare a dublei poziţionări a pieptenilor.

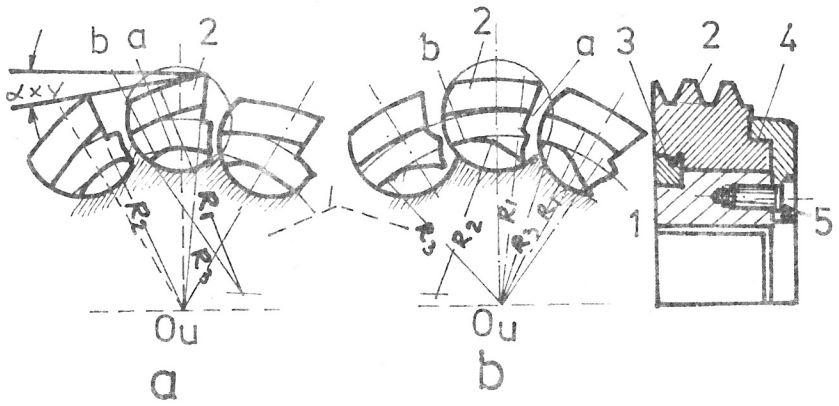


Figura 11.2

În figura 11.2 este reprezentată schema unei astfel de freze melc modul, constituită dintr-un corp 1, în care sînt practicate canale cilindrice longitudinale, în care se montează pieptenii 2, care au la bază un corp cilindric. Poziţionarea axială a pieptenilor se realizează cu pană semiinelară 3, şi cu ajutorul flanşelor frontale 4, strînse cu şuruburile 5. Pentru poziţionarea în vederea ascuţirii, pieptenii sînt rotiţi cu unghiul de aşezare transversal α_{xv} (fig.11.2) poziţionarea realizîndu-se prin intermediul bosajului cilindric *b*, de rază R_3, iar pentru poziţia de lucru (fig.11.2 a), prin intermediul bosajului cilindric *a*, de rază R_2. Întrucît în poziţia de ascuţire, suprafeţele de aşezare sînt aduse în nişte suprafeţe elicoidale obişnuite, nedetalonate, ascuţirea şi reascuţirea se reduc la rectificări continue a unor suprafeţe elicoidale, pe maşini de rectificat filet sau pe maşini universale, cu dispozitive de rectificare elicoidală.

Esenţa acestei soluţii era deci dubla poziţie a pieptenilor - o poziţie de lucru şi o poziţie de ascuţire - rotită în raport cu prima cu unghiul de aşezare impus, ceea ce reducea rectificarea feţelor de aşezare la o simplă rectificare elicoidală continuă în locul uneia complicate - discontinue, pe maşini complexe de rectificat-detalonat.

Dar, am sesizat că această idee fundamentală de schimbare a poziţiei dinţilor pentru ascuţire s-ar putea aplica la toate sculele cu dinţi multipli, în special, la sculele de tipul,

frezelor frontale armate (criteriul principal de consonanţă fiind productivitatea şi comoditatea reascuţirii sculelor cu dinţi multipli). Cu cît mai mulţi dinţi are scula aşchietoare, cu atît mai eficientă este extrapolarea acestei idei.

Este evident că însăşi extrapolarea poate reprezenta un prim element original într-o nouă construcţie şi poate constitui o primă revendicare în cadrul descrierii corespunzătoare de invenţie; dar numai extrapolarea este, de regulă, insuficientă pentru viabilitatea unei invenţii, aceasta trebuind dublată de o *adaptare* la condiţiile concrete ale noii construcţii.

Prin această adaptare, pentru o freză frontală armată prin brazare cu dinţi demontabili, s-a obţinut o soluţie viabilă, prezentată în figura 11.3.

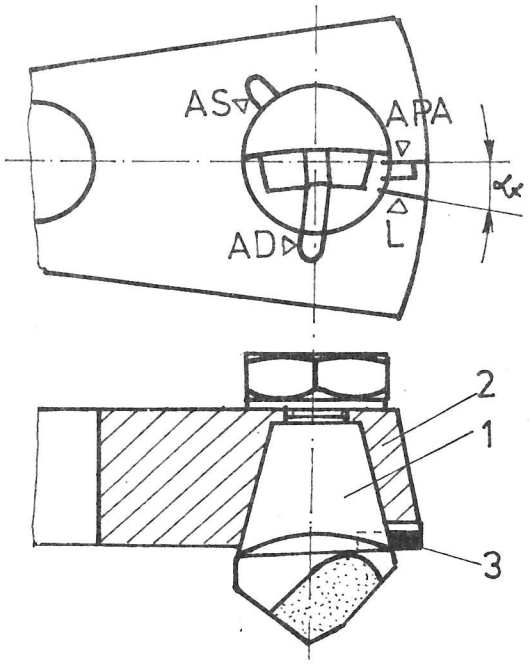


Figura 11.3

Dinţii 1 sînt de formă tronconică şi sînt poziţionaţi - fixaţi în locaşurile tronconice practicate în corpul frezei 2, poziţionarea pentru lucru şi pentru ascuţire realizîndu-se prin intermediul unui ştift 3, presat radial în dinte şi nişte suprafeţe frezate în partea frontală a corpului, radial în raport cu locaşul tronconic.

În poziţiile de lucru, ştiftul 3 se poziţionează pe suprafaţa L a canalului, înclinată în raport cu cea opusă APA, corespunzătoare reascuţirii feţelor de aşezare principale şi auxiliare cu unghiul de aşezare α_x impus. Soluţia nouă oferă, în plus, şi posibilitatea reascuţirii continue şi a feţelor de degajare, ştiftul fiind amplasat în poziţia AD, precum şi a celor de aşezare secundare, ştiftul fiind amplasat în poziţia AS.

Soluţia se aplică astăzi eficient în peste 150 de întreprinderi din ţară şi a fost extinsă şi la alte tipuri de scule aşchietoare. De remarcat, că, printr-o a doua extrapolare, prof. V. Georgescu a readus-o în domeniul frezelor melc cu dinţi individuali tronconici, cu ştift de poziţionare, cu noi posibilităţi de optimizare a poziţiei relative a tăişurilor, în vederea asigurării unui înalt grad de uniformitate al procesului de frezare a danturii.

Fundamentarea consonantistă a fenomenelor şi tehnicilor de asociere, evocare, analogie, extrapolare reprezintă un mare pas pe care l-a efectuat Ştefan Odobleja în transformarea inventicii în ştiinţă. Cu toate că visul său de o viaţă a fost maşina de inventat, Ştefan Odobleja a rămas însă departe de aceasta, întrucît o maşină universală sau specializată de inventat nu va putea fi realizată decît în momentul cînd inventica va fi integral logicizată.

Se pune problema în ce măsură consonantismul poate fi aplicat în logica creaţiei, în creaţia bazată pe combinatorică, în cadrul căreia, din combinarea unor elemente cunoscute, se realizează ansamble cu funcţii noi superioare. Biasamblările (care nu trebuie confundate cu asocierile), precum şi multiasamblările, se realizează între elemente (în construcţia de maşini - organe, subansamble, mecanisme etc.) care se alătură, nu datorită consonanţei, ci după un alt principiu, care ar trebui denumit *principiul complementarităţii*. Elementele asamblării pot fi mai mult sau mai puţin complementare, pentru realizarea superioară a funcţiilor de ansamblu. De data aceasta, consonanţa se realizează nu între elemente formatoare, ci între ansamblu şi criteriul de consonanţă (funcţia căutată a noii soluţii). Consonanţa va fi cu atît mai puternică, cu cît gradul de complementaritate a elementelor componente va fi mai ridicat. Şi în acest caz, consonanţa este, în acelaşi timp, cauză - element catalizator al căutărilor şi efect - realizarea unei noi asamblări superioare, cu un înalt grad de complementaritate a elementelor componente, cu funcţii de ansamblu înalt consonante cu obiectivul propus.

11.1.3. *Inversia*

Abordarea stereotipă a problemelor în proiectare condamnă, de cele mai multe ori, la sterilitate în idei, dimpotrivă, schimbarea unghiului de abordare a temei de creaţie poate constitui un mijloc de eliminare sau diminuare a inerţiei psihologice.

Este foarte greu să se inventeze lucruri complet noi şi este mult mai accesibil să se găsească soluţii noi ca urmare a unui nou mod de abordare a temei de creaţie; din acest adevăr a rezultat tehnica de creaţie denumită inversie, care constă - în esenţă - în abordarea inversă a problemei, mijloc principal de eliminare a inerţiei psihologice, a desprinderii de concepţiile şi părerile precedente asupra acesteia. În acest sens, dacă un detaliu este de obicei privit din afară, conform acestei metode va trebui privit în interior, dacă de obicei piesa este dispusă orizontal, aceasta va trebui să fie analizată în varianta din poziţia verticală sau înclinată, dacă piesa A se mişcă în raport cu piesa B fixă, trebuie analizată soluţia cu B mobil şi A fix etc. Această metodică poate fi deosebit de eficientă, atît în sinteza noilor procedee de generare a suprafeţelor, a sculelor corespunzătoare, cît şi a noilor maşini-unelte, maşini agricole, motoare, utilaje tehnologice, dispozitive etc.

Combinînd tehnicile analogiei, extrapolării şi inversiei, am obţinut un prim brevet de mecanism de acţionare fără motor cu mişcare alternativă [7], urmat de alte 4 brevete derivate.

Obiectivul de bază fiind transformarea mişcării rectilinii alternative de împingere a picioarelor într-o mişcare continuă de rotaţie a foii motoare a bicicletei, am folosit analogia cu mecanismul levier oscilant-culisă al şepingului inversînd rolul mişcării conduse cu cea conducătoare (întrucît la şeping mişcarea conducătoare era o mişcare continuă de rotaţie, în timp ce mişcarea condusă era o mişcare rectilinie alternativă a berbecului maşinii). Întrucît la bicicletă, există două elemente motoare, mecanismul a fost conceput ca un mecanism dublu, obţinîndu-se brevetul pentru mecanismul denumit levier oscilant culisă dublu invers (LOCDI) devenit ulterior, prin profilarea levierului, în vederea asigurării posibilităţilor de optimizare a mişcării, mecanism levier oscilant culisă dublu invers profilat (LOCDIPROM), utilizat cu succes pe bicicletele de oraş, pe pedicare şi pe biciclete de curse.

Aşa cum s-a arătat în cadrul grupului de 9 probleme de combinare a capacităţii ulcioarelor din capitolul 7 (fig.7.3), s-a constatat că cei care inversează ordinea rezolvării problemelor, începînd cu ultima problemă şi terminînd cu prima, găsesc, de regulă, corect soluţia de ansamblu, reuşind să evite inerţia psihologică.

Tehnica inversiei presupune folosirea întrebărilor de tipul: care sînt elementele contrare ? ... de ce nu s-ar înlocui pozitivul cu negativul ? ... de ce de jos în sus şi nu de sus în jos ? ... de ce orizontal şi nu vertical ? ... de ce să nu abordăm problema de la final, în loc s-o abordăm cu începutul ? ... de ce de la general la particular şi nu invers? ... de ce să nu se amplaseze la capătul opus ?

Răspunzînd la această din urmă întrebare, Hove a putut inventa maşina de cusut care-i poartă numele şi la acul căreia, orificiul nu este amplasat ca de obicei posterior, ci invers, chiar în vîrf [1].

Pe tehnica inversiei s-a bazat şi inventarea procedeului tehnologic, prin care Henry Kaiser a reuşit în timpul celui de al II-lea război mondial să accelereze construcţia navelor, atacîndu-le *„de sus în jos"* în loc de procedeul clasic *„de jos în sus"*, mărind în special productivitatea sudorilor care nu mai erau nevoiţi să lucreze în condiţii neergonomice, cu faţa orientată în sus [1].

Răspunzînd la întrebarea, de ce de sus în jos şi nu invers, Gene Cômmery de la Fabrica de becuri General Electric a inventat iluminatul indirect [1].

11.1.4. *Empatia*

În relaţiile umane, prin *empatie* se înţelege substituirea gîndirii omului cu cea a interlocutorului său, starea cînd trebuie să ne transpunem în situaţia altcuiva.

În inventică, prin analogie, tehnica empatiei constă în substituirea inventatorului cu obiectul creaţiei şi analizarea temei şi posibilităţilor de rezolvare din acest nou punct de vedere. În cazul proiectantului creator de maşini sau utilaje, empatia este substituirea acestuia cu însăşi maşina sau utilajul proiectat. Este sugestiv, în acest sens, exemplul redat în lucrarea lui John Dickson [8]. Unui inginer i s-a încredinţat proiectarea utilajului

pentru scoaterea miezului nucilor din coajă, fără deteriorarea acestuia, pe o bandă de fabricaţie a conservelor. Rezolvarea elementară, prin spargerea mecanică a cojii, nu era posibilă, întrucît în ipoteza unei forţe de lovire corespunzătoare cojii celei mai tari, miezurile nucilor mai moi s-ar strivi, iar dacă forţa de lovire ar corespunde nucilor celor mai moi, nucile tari nu s-ar sparge.

Folosind tehnica empatiei, inginerul s-a substituit cu miezul de nucă, aflat în captivitatea cojii dure şi a analizat situaţia din acest nou punct de vedere: „Trebuie să ies din întunericul acesta, spărgînd coaja pe dinăuntru, dar pentru aceasta nu am mijloace proprii (evident miezul de nucă nu are calităţi energo-motoare) şi ca atare, va trebui să fiu ajutat din afară. Pentru aceasta însă, trebuie realizată o comunicare cu exteriorul, comunicare posibilă numai prin practicarea unei găuri în coajă (o primă idee tehnică - găurirea cojii). Întrucît eu nu mă pot mişca, eventualele unelte mecanice introduse prin orificiu nu mi-ar fi de ajutor şi ca atare, trebuie realizată o presiune dinspre interior spre exterior pe altă cale"; de aici pînă la ideea injectării unui fluid sau chiar a aerului comprimat (a doua idee tehnică de bază) n-a mai fost decît un pas.

Este evident că şi tehnica inversiei ar fi putut duce la un rezultat similar, inversia şi empatia fiind înrudite.

11.1.5. *Combinarea*

Aşa cum arată Alex Osborn [1], majoritatea ideilor noi apar prin combinare, în aşa măsură, încît sinteza este în general considerată ca însăşi esenţa creativităţii. Folosirea combinării ca tehnică intuitivă de creaţie presupune punerea şi răspunderea la întrebări stimulative de tipul: ce idei s-ar putea combina ? ... dacă am realiza un aliaj ? ... dacă am realiza un amestec ? ... dacă am combina înseşi obiectivele (atributele) creaţiei ? ... ce materiale s-ar putea combina ? ... ce mişcări s-ar putea combina ?.

Pneul actual al maşinilor de transport reprezintă rezultatul unui şir întreg de invenţii, pe parcursul a peste 90 de ani, început prin însăşi inventarea principiului roţii pneumatice de către Dunlop şi continuată cu o serie de înnoiri pe baza cauciucului folosit, în care s-au introdus substanţe care întîrzie îmbătrînirea acestuia, măresc rezistenţa la uzură abrazivă sau care se îmbină mecanic cu o ţesătură, la început din bumbac, apoi din mătase artificială, urmat de nylon, iar astăzi şi cu fibre din oţel.

Combinaţia ca metodă intuitivă de creaţie serveşte atunci cînd numărul de elemente formatoare este redus; în caz contrar, combinaţia devine element de studiu pentru combinatorică, devine o tehnică analitică de căutare morfologică, careia îi este destinat capitolul special de bazele logice-combinatorice ale inventicii.

11.1.6. *Modificarea-ameliorarea-dezvoltarea*

Aşa după cum o bună parte din invenţii reprezintă combinaţii noi de elemente cunoscute în ansamble cu funcţii superioare, o altă bună parte nu reprezintă decît modificări-ameliorări-dezvoltări ale acelora din prima categorie.

La fiecare 5 brevete eliberate, 4 nu reprezintă decît perfecţionări ale unor idei deja brevetate.

Stimularea în vederea aplicării acestei tehnici se realizează prin formularea şi răspunsurile la întrebări de tipul: ce se poate modifica ? ... ce se poate ameliora ? ... ce se poate dezvolta ? ... căror elemente li se poate modifica forma sau dimensiunile ? ... cum se poate reduce greutatea ? ... cum se poate îmbunătăţi aspectul comercial ? ... ce i se poate adăuga ? ... ce se poate multiplica ? ... ce se poate reduce ? ... ce se poate înlocui şi prin ce ? ...

De cele mai multe ori, de la apariţia ideii de bază - a invenţiei pilot - se înregistrează în timp, o serie întreagă de invenţii complementare, invenţii al căror rol este de a dezvolta, de a pune în maximă valoare, de a pune la punct invenţia de bază.

Mulţi inventatori dau greş, ignorînd acest adevăr, nedesfăşurînd o muncă perseverentă pentru perfecţionarea şi punerea la punct a propriilor lor invenţii.

Eficientă în sensul dezvoltării este şi întrebarea: ce alte întrebuinţări poate avea ?

Foucolt, inventînd în 1852 giroscopul, i-a dat o singură destinaţie: demonstrarea mişcării de rotaţie a pămîntului. Dezvoltînd mult mai tîrziu ideea poziţiei constante a planului de oscilaţie sau de rotaţie, Elmer Sperry a inventat girocompasul, fără de care astăzi nu este de conceput navigaţia, aeronautica şi astronautica.

Puterea aburului a fost utilizată încă în Egiptul antic, 120 de ani î.e.n., este adevărat pentru acţionarea unei jucării. Poate omenirea n-ar fi fost lipsită de serviciile maşinilor cu abur mai mult de 17 secole, dacă unul dintre gînditorii egipteni şi-ar fi pus întrebarea „Ce alte întrebuinţări i s-ar putea da forţei aburului ? ... Cum ar trebui utilizat aburul pentru a economisi munca umană ? ..." [1] şi ar fi dat răspunsul creator la aceasta.

11.2. Tehnici logico-intuitive

11.2.1. *Tehnica input-output (a intrărilor şi ieşirilor)*

Această tehnică a fost iniţiată şi dezvoltată de către General Electric Company din SUA [9] şi se poate aplica acolo unde se cunoaşte atît fenomenul sau procesul de intrare - input-ul, cît şi cel de ieşire - output-ul - care reprezintă de fapt rezultatul final dorit, obiectivul problemei, criteriul de consonanţă.

Tehnica poate fi înţeleasă prin următorul exemplu din tehnologia construcţiilor de maşini. Tema de creaţie: să se găsească soluţia pentru evitarea creşterii exagerate a uzurii burghiului elicoidal, a apariţiei uzurii catastrofale şi a ruperii acestuia. Trebuie răspuns în primul rînd la întrebarea „cum se manifestă creşterea exagerată a uzurii burghiului ?". Pe baza legilor fizicii aşchierii metalelor şi a legilor uzurii sculelor aşchietoare, creşterea uzurii pe faţa de aşezare conduce la creşterea forţelor normale pe aceasta, la creşterea forţei axiale pe burghiu, la creşterea forţelor de frecare pe faţa de aşezare, a momentului de burghiere, însoţită de autooscilaţii torsionale, manifestate sub forma cunoscutului „scrîşnet" al burghiului. În al doilea rînd se pune întrebarea dacă vreunul din aceşti factori se poate folosi pentru realizarea output-ului. Este evident, că atît modificarea forţei axiale, cît şi modificarea momentului de torsiune sau a zgomotului reprezintă modificări

de mărimi fizice sesizabile prin intermediul unei aparaturi adecvate dinamometrice sau sonometrice, care pot declanşa oprirea automată a procesului de burghiere. Soluţia practică pentru a realiza aceasta va constitui output-ul.

Tehnica input-output-ului, prin modul de punere a problemei ţine mai mult de logica creaţiei, fiind destinată specialiştilor creatori, singurii care o pot aplica, dar în procesul de rezolvare trebuie îmbinată cu celelalte tehnici intuitive, prezentate anterior.

11.2.2. *Tehnica listelor interogative de verificare Osborn*

Şi acestă tehnică reprezintă o încercare de logicizare a tehnicilor intuitive ale inventicii şi se bazează pe elaborarea unei liste sintetice de întrebări, care să pună în valoare tehnicile intuitive de tipul asocierii, analogiei, extrapolării, inversiei, empatiei, combinării, modificării, ameliorării şi dezvoltării.

O listă tipică pentru construcţia sculelor aşchietoare este următoarea:

1. *ce alte utilizări ar putea avea ?* (diversificarea utilizărilor, noi utilizări fără modificări, noi utilizări prin adaptări etc.);
2. *ce adaptări s-ar putea opera ?* (cu ce se aseamănă, ce altă idee sugerează, dacă există vreun precedent, dacă există ceva similar, de unde se poate extrapola vreo soluţie etc.);
3. *ce modificări exterioare s-ar putea opera ?* (schimbarea formei de ansamblu, ergonomizarea, schimbarea culorilor, a tratamentelor superficiale, a tehnologiilor de finisare etc.);
4. *ce modificări cantitative s-ar putea opera ?* (mărirea rezistenţei mecanice, mărirea durabilităţii, reducerea forţelor şi momentelor de aşchiere, reducerea preţului de cost, creşterea tehnologicităţii etc.);
5. *ce s-ar putea înlocui ?* (alte materiale mai ieftine, alte materiale mai durabile, altă tehnologie de restabilire a calităţilor aşchietoare, altă schemă de reascuţire, alt regim de aşchiere, altă schemă de repartiţie a adaosurilor de prelucrare pe tăişurile sculei, alt sistem de poziţionare-fixare etc.);
6. *ce alte moduri de amplasare reciprocă a reperelor s-ar putea realiza ?* (pas variabil, ieşiri frontale variabile, amplasare în zig-zag, amplasare în scară, folosirea liniilor elicoidale etc.);
7. *ce s-ar putea inversa ?* (inversarea sensului avansului, transformarea penei directe în pană inversă, folosirea şuruburilor pe stînga, inversarea mişcărilor între sculă şi piesă etc.);
8. *ce s-ar putea combina ?* (folosirea plăcuţelor nerecuperabile şi ca plăcuţe reascuţibile, combinarea mai multor materiale în structura unei scule, combinarea mai multor scule elementare de acelaşi tip sau de tipuri diferite etc.).

Întocmirea listelor interogative de verificare este deosebit de eficientă în special sub aspectul învingerii inerţiei şi barierelor psihologice şi poate fi combinată cu succes cu alte metode de sinteză intuitive sau logice-analitice.

11.2.3. *Tehnica demersurilor euristice*

Tehnica demersurilor euristice reprezintă o dezvoltare firească a tehnicii listelor interogative de verificare a lui Osborn, pe linia continuării procesului de logicizare a creaţiei tehnice. Se pleacă de la constatarea că toate tehnicile şi metodele psihologice (intuitive) şi logico-intuitive au în structură o gamă de demersuri euristice (demersuri creative) şi că fiecare inventator, luat în parte îşi structurează, într-un timp îndelungat, un repertoriu specific de demersuri euristice. Ca atare, pentru a scurta timpul de structurare a repertoriului propriu şi pentru a lărgi orizontul creativ al inventatorului, a fost elaborat de către A.I. Polovinkin un fond interdisciplinar de demersuri şi proceduri creative [17] [31] [32] (anexa 1), constituit din 15 grupe cu 261 demersuri şi 600 proceduri elementare. H.Altşuler consideră suficientă utilizarea unui grup tipic de numai 40 demersuri euristice, cu 87 proceduri [33].

Prin demers euristic se înţelege acţiunea-tip de modificare a soluţiilor tehnice existente, constituită dintr-o primă parte, care descrie spaţiul (mulţimea variabilelor) şi răspunde la întrebarea ce să se schimbe şi dintr-o a doua parte care descrie modalităţile de modificare a variabilelor, răspunzînd la întrebarea cum să se schimbe.

Multe demersuri euristice conţin indicaţii asupra cîtorva modalităţi de modificare a acestora. A.I. Polovinkin denumeşte *demersul euristic unitar, demersul care se referă la un singur spaţiu al variabilelor şi la o modalitate unică a modificării acestora - procedură de căutare*; ca atare, mai multe proceduri de căutare înrudite vor constitui un demers euristic, iar mai multe demersuri creative de aceeaşi categorie vor constitui grupa de demersuri creative, care, sub aspectul conţinutului, corespunde în mare măsură unei tehnici intuitive de creaţie.

Tehnica demersurilor euristice constă *în selectarea şi utilizarea deliberată de către inventatorii cu experienţă a unei selecţii de cîteva demersuri creative - specifice unor anumite teme de creaţie.*

Exemple de aplicare a tehnicii demersurilor euristice. Dacă se analizează conţinutul celor 15 grupe de demersuri euristice, se pot depista, cu uşurinţă, numeroase exemple de aplicare a tehnicii demersurilor în elaborarea unor invenţii cunoscute.

Prima grupă, a - modificări cantitative de regulă nu conduce la invenţii de proporţii, întrucît invenţia se caracterizează în primul rînd printr-o mutaţie calitativă. Există însă exemple în care o modificare cantitativă de proporţii poate conduce la o substanţială mutaţie calitativă. În acest sens, folosirea demersului a_1 - modificarea radicală a parametrilor sau atributelor obiectului, aplicată aşchierii metalelor prin creşterea vitezei de aşchiere de mii de ori în raport cu cele uzuale, a condus la inventarea aşchierii supersonice, cu apariţia unor adevărate paradoxuri (creşterea durabilităţii odată cu creştera vitezei şi apariţia comprimării plastice negative a aşchiei - alungirii acesteia).

A doua grupă, b - modificarea formei *obiectului sau elementelor sale* a condus de-a lungul timpului la numeroase invenţii; în acest sens, demersul b_1 - modificarea formei prin torsionare ... a condus la inventarea burghiului elicoidal. Demersul b_2 - realizarea în obiect sau în elementele acestuia, de găuri sau goluri sau invers - eliminarea acestora, a condus la realizarea roţilor lenticulare - aerodinamice ale bicicletelor de curse, larg folosite în special în întrecerile de velodrom.

Cea de a treia grupă *de demersuri euristice, c - modificări în spaţiu* este specifică în construcţia de maşini. În acest sens, demersul c_1 - schimbarea orientării tradiţionale ... printr-o orientare, inversă, precum şi c_{17} - schimbarea între ele a lócului elementelor opuse, se suprapun integral cu tehnica inversiei prezentată anterior.

Şi cea de *a 4-a grupă de demersuri euristice, d - a modificărilor în timp* este specifică în construcţia de maşini; în acest sens, demersul d_{11} - comasarea proceselor tehnologice sau operaţiilor - reunirea operaţiilor de acelaşi gen sau înrudite este specifică inventării sculelor combinate, a maşinilor-unelte speciale şi a maşinilor-unelte agregat.

Grupa a 5-a, e - modificarea mişcării, specifică maşinilor de lucru, a celor energetice sau de transport, are numeroase exemple de aplicare în istoria tehnicii; din experienţă personală, pot relata faptul că demersul e_2 - trecerea de la mişcarea rectilinie la mişcarea de rotaţie şi invers mi-a permis realizarea unei serii de invenţii de maşini-unelte de ascuţit în care am aproximat mişcarea rectilinie, printr-o mişcare după un arc de cerc de rază mare, ceea ce a asigurat eliminarea ghidajelor rectilinii, nètehnologice şi greu de protejat faţă de acţiunea prafului abraziv, prin simple lagăre cu rulmenţi, uşor de realizat şi de etanşat [34]...[37].

Cea de a 6-a grupă de demersuri, f - modificarea materialului obiectului sau a elementelor sale poate fi larg utilizată în sinteza structurilor; în acest sens, demersul f_5 - divizarea obiectului şi elementului în părţi astfel, încît fiecare din acestea să poată fi executat din material mai adecvat, l-am aplicat în realizarea unui cadru de bicicletă din ţeavă din aluminiu; dacă barele sînt executate integral din aluminiu, îmbinarea acestora se face cu dificultate, sudura nefiind admisă. Presînd la capetele barelor bucşe din oţel, s-a simplificat substanţial asamblarea; devenind posibilă sudura electrică, obţinîndu-se astfel un şir de brevete aplicabile cu succes în construcţia bicicletelor de curse [38], [39].

Grupa a 7-a de demersuri, g - *modificarea prin eliminare* a avut, de asemenea, un rol important în dezvoltarea tehnicii; în acest sens, demersul g_{11} - eliminarea unui element păstrînd toate funcţiile obiectului. Realizarea polifuncţionalităţii unui element şi eliminarea pe acestă bază a altor elemente a condus la realizarea unei serii de invenţii valoroase, larg folosite în tehnica contemporană, cum sînt şurubul-pană sau şurubul diferenţial (care are trei funcţii - deplasează, blochează şi deblochează).

Cea de a 8-a grupă, h - modificări prin adăugare, corespunde în mare măsură tehnicii „modificare-ameliorare-dezvoltare" prezentată anterior şi, parţial, tehnicii asocierii şi ca atare a avut şi are foarte multe aplicaţii în creaţia tehnică.

Grupa a 9-a, i - modificări prin înlocuire are, de asemenea, o largă utilizare; demersul i_1 - înlocuirea încovoierii prin întindere sau compresie a stat la baza inventării sculelor aşchietoare cu unghiuri negative de degajare, care asigură eliminarea eforturilor de încovoiere, greu suportabile de către plăcuţele din carburi metalice sinterizate, prin eforturi de compresie.

Cea de a 10-a grupă, j - diferenţierea - are o largă aplicare în construcţia de maşini; de exemplu demersul *j*, executarea suprafeţelor de frecare din părţi separate, uşor demontabile, a fost sursa unei game de invenţii de maşini-unelte cu ghidaje demontabile.

Grupa a 11-a k - integrarea a fost şi este intens folosită în sinteza creativă a maşinilor de diferite tipuri; de exemplu, demersul k_5 - reunirea elementelor analoage prin cuplarea în serie a acestora ... s-a aplicat cu succes în realizarea unei serii de invenţii

privind blocul motor al motoarelor cu combustie internă sau a maşinilor unelte agregat - serie.

Cea de a 12-a grupă, l - folosirea mijloacelor profilactice - conţine o gamă largă de demersuri utilizabile, atît în sinteza creativă a utilajelor, cît şi în cea a produselor de prelucrare şi a tehnologiilor; în acest sens, demersul l_9 - imprimarea prealabilă a unei tensiuni contrare cu cele nedorite, care apoi în procesul de lucru să determine o redistribuire favorabilă a tensiunilor, a condus la o serie de invenţii de elemente de construcţii pretensionate şi la o serie de invenţii de procedee de prelucrare prin ecruisarea pieselor din oţel.

Grupa a 13-a, m - folosirea rezervelor, prin gama de 15 demersuri, poate, de asemenea, fi eficient folosită în perfecţionarea utilajelor; de exemplu, demersul m_4 - folosirea pauzelor între impulsuri sau între acţiunile periodice pentru materializarea unei alte acţiuni, aplicată cu succes în concepţia maşinilor-unelte moderne, a condus la o serie de invenţii de utilaje, cu suprapunerea timpilor de lucru cu cei auxiliari, ceea ce a condus la creşteri substanţiale de productivitate.

Din păcate, sînt cunoscute şi serii notabile de eşecuri cum sînt seriile de invenţii referitoare la folosirea pentru aşchiere a cursei în gol a maşinilor de rabotat, - niciuna aplicată pînă în prezent.

Cea de a 14-a grupă, n - transformări analogice - se suprapune în mare măsură cu *tehnica analogiei şi extrapolării* prezentată pe larg şi exemplificată în paragraful 11.1.2.

Ultima grupă, cea de a 15-a, o - combinarea şi sinteza complexă - cu cele 21 demersuri euristice, reprezintă un important mijloc de creaţie tehnică, la aceasta raportîndu-se o întregă speţă de invenţii după cum se va prezenta într-un capitol special al prezentei lucrări. Condiţia de brevetabilitate este asigurată numai atunci cînd combinarea sau sinteza conduc la mutaţii calitative substanţiale.

Demersurile tip pentru eliminarea contradicţiilor tehnice, elaborate de colectivul H.Altşuler, vor fi prezentate cu ocazia expunerii principiilor ARIZ (algoritmul de rezolvare a problemelor de creaţie).

11.3. Metodele psihologice de creaţie

Metodele *intuitive* sau *psihologice de creaţie reprezintă îmbinări ale tehnicilor intuitive de creaţie*, în vederea sporirii eficienţei aplicării acestora şi, în acelaşi timp, mijlocul cel mai eficient pentru învingerea sau atenuarea inerţiei şi a barierelor psihologice. Cele mai cunoscute şi verificate metode intuitive ale inventicii sînt: *brainstorming-ul* sau *asaltul creierelor, sinectica sau metoda asocierii libere*, Philips 66, discuţia Panel, metoda 6-3-5 şi metoda Frisco.

11.3.1. *Brainstormingul (metoda Osborn)* sau asaltul creierelor este o metodă intuitivă, eficientă, pentru generarea în grup a ideilor şi a fost elaborată încă în anul 1948 de către prof. Alex.Osborn, prorectorul Universităţii din Buffalo - SUA şi fondatorul Institutului de creaţie tehnică. Această metodă îşi are originile într-o metodă similară folosită în

India, cu peste 400 de ani în urmă, ca metodologie pedagogică denumită „Prai-Barshana", Prai însemnînd în afară de voi înşivă, iar Barshana însemnînd problemă, metodă care nu admitea nici discuţii, nici critică.

Dar, aşa cum relevă cunoscutul inventolog sovietic H.Buş, brainstormingul propus de A.Osborn reprezintă o aplicaţie a *dialogului euristic al lui Socrate*, cu o largă utilizare a mecanismului asociaţiilor libere ale colectivului creativ şi totodată crearea unei anumite stări psihoeuristice ale unui microclimat optim pentru creaţie [31].

De asemeni, rădăcini ale brainstormingului se pot găsi şi în obiceiurile marinăreşti ale secolelor XVI-XVII, în conformitate cu care, în condiţii de primejdie, căpitanul vasului convoacă sfatul mateloţilor, ascultînd într-o anumită ordine (începînd cu elevii, apoi cu mateloţii şi terminînd cu ofiţerii) părerile tuturor şi luînd pe această bază deciziile necesare.

Alex.Osborn, căpitan în timpul celui de al doilea război mondial al unui mic vas de transport, a procedat în mod similar în momentul cînd serviciile de informaţii l-au avertizat că este în pericol de a fi atacat de submarine inamice. Cum nu avea la dispoziţie mijloace de distrugere a torpilelor şi nici viteză suficientă pentru a le evita, A.Osborn a convocat echipajul şi i-a cerut părerea. Una din soluţiile elaborate de un marinar consta în următoarele: „toţi mărinarii să se culce pe punte cu faţa la torpilă, să sufle odată puternic şi s-o devieze de la ţintă".

Toţi au considerat soluţia ca o glumă, cu excepţia căpitanului care a avansat-o unor experţi. În urma analizei acestora s-a constatat că prin reunirea puterii pompelor hidraulice prezente la bordul vaselor fără apărare se poate dirija un jet puternic de fluid care să devieze în mod real torpila, soluţie ulterior larg aplicată [31].

Prin analogie, brainstormingul reprezintă o deliberare creativă, cu singurul scop de a genera şi alinia o serie de idei care pot servi ca orientare pentru soluţionarea tehnică a problemelor în discuţie.

Această metodă de creaţie intuitivă în grup nu trebuie considerată ca un procedeu complet pentru rezolvarea problemelor tehnice, ci ca una din activităţile multiple care conduc la descoperirea şi concretizarea ideilor noi, ca o simplă etapă în rezolvarea creativă integrală a problemelor tehnice; forţa brainstormingului se manifestă, în special, prin multitudinea ideilor emise în unitatea de timp şi originalitatea acestora.

11.3.1.1. *Principiile de bază ale brainstormingului*

Şedinţa de creaţie în sistemul brainstormingului se bazează pe două principii fundamentale:

- amînarea criticii (amînarea evaluării);
- necesitatea elaborării cît or mai multe idei, pe principiul transformării cantităţii în calitate.

În afară de aceste două principii de bază, trebuie respectate şi alte reguli, printre care principalele sînt:

- se încurajează şi ideile aparent ieşite din comun, la prima vedere de-a dreptul bizare, dar care adesea, analizate inginereşte, pot deveni deosebit de eficiente;

- se stimulează combinarea şi îmbunătăţirea ideilor, pe principiul evocării şi asocierii, formularea unor idei generate atît din gîndirea personală, cît şi din cea a celorlalţi membri şi grupei.

11.3.1.1.1. *Principiul amînării criticii şi autocriticii* (principiul evaluării amînate).

În procesul de căutare a ideilor, critica trebuie amînată, gîndirea trebuie să fie lominant divergentă, cea convergentă fiind temporar suspendată, lucru deosebit de dificil i care presupune un antrenament îndelungat. „Imaginaţia trebuie lăsată dintăi să se avînte pînă în înaltul cerului, pentru ca apoi să revină pe pămînt cu ajutorul gîndirii critice" [1].

„Dacă veţi încerca să obţineţi în acelaşi timp, de la acelaşi robinet, apă caldă şi apă rece, nu veţi avea decît apă calduţă. Dacă încercaţi să criticaţi şi în acelaşi timp să creaţi, nu veţi reuşi nici să criticaţi cu sînge rece, nici să generaţi idei cu suficientă căldură" [1].

„Pentru a inventa - seria Paul Valérie - trebuie să te dedublezi. Unul generează gama de soluţii, iar celălalt alege." [28]

Studiile comparative efectuate în SUA privind producţia de idei în grup şi individuală, cu şi fără amînarea criticii, au demonstrat că, în cadrul creaţiei în grup, amînarea criticii determină o creştere cu peste 70% a ideilor utile în unitatea de timp, iar pentru creaţia individuală - o creştere de peste 90% [1].

11.3.1.1.2. *Principiul asigurării calităţii prin cantitate*

Numai elaborînd o foarte mare cantitate de idei în lanţ avem şanse de a ajunge şi la o idee nouă viabilă, eficientă; aşa cum arăta Alfred North Whitehead: „Noi trebuie să culegem toate noile perspective, toate ocaziile de a întrevedea noi combinări şi să le supunem pe fiecare la un examen imparţial. Este foarte probabil că în 999 de cazuri dintr-o mie nu va rezulta nimic, fie pentru că ideea nu valorează nimc, fie pentru că noi nu ştim să o punem în valoare; dar avem interesul să le culegem pe toate, chiar şi cu scepticism, întrucît cea de a mia idee ar putea fi cea care va schimba lumea" [1].

Statistic, s-a demonstrat nu numai faptul ca probabilitatea elaborării unei idei creşte rapid cu cantitatea totală a ideilor elaborate, ci şi faptul că, de regulă, ideile viabile nu apar printre primele idei elaborate şi că dublînd numărul de încercări, numărul de idei viabile creşte cu mai mult de două ori; în a doua jumătate din totalul ideilor elaborate se regăsesc cu peste 75% mai multe idei utile decît în prima jumătate.

Alex Osborn [1] citează un exemplu edificator în acest sens: punîndu-se problema de creaţie - redresarea rapidă a legăturii telefonice pe o distanţă de peste 1000 km, în ipoteza depunerii de gheaţă pe cablu - soluţia folosirii pentru degivrare a suflului vertical al unui elicopter care s-ar deplasa în lungul liniei (verificată în prealabil, dar necunoscută de către subiecţi) a fost formulată numai ca a 36-a idee. În acest fel, dacă grupul de creaţie s-ar fi oprit la primele 10, 20 sau 35 idei, n-ar fi căzut peste ideea eficientă. De altfel, în conformitate cu o cunoscută zicală românească „mintea cea de la urmă este cea mai bună".

Marea cantitate de idei se realizează rapid în şedinţele de grup, întrucît capacitatea combinatorică, asociativă şi de consonaţă a grupului este net superioară celei a individului; o idee emisă de un membru al grupului poate produce prin consonanţă noi idei ale celorlalţi membri - scînteia produsă de un creier va face să se producă prin ricoşare altele, ca într-un foc de artificii, ca într-o reacţie în lanţ.

11.3.1.2. *Desfăşurarea şedinţei de creaţie în cadrul brainstormingului*

Şedinţa de brainstorming se desfăşoară prin respectarea riguroasă a celor două principii de bază expuse anterior şi a regulilor de încurajare a ideilor ieşite din comun, *„năstruşnice"*, precum şi a combinării, evocării, asocierii şi elaborării unor idei derivate din cele proprii sau ale membrilor grupului.

Aceste principii şi reguli sînt prezentate de conducătorul grupului de creaţie într-o manieră cît mai sugestivă, mai vie şi sînt afişate sub formă de tabel pe peretele sălii de şedinţă.

Compoziţia optimă a grupului presupune un conducător, 1-2 secretari, 5 membri cu o bogată experienţă în brainstorming şi 4-5 invitaţi speciali, funcţie de natura problemei de creaţie.

Conducătorul grupului trebuie să posede suficientă experienţă, să fie antrenat în conducerea abilă a şedinţei de creaţie şi chiar să elaboreze şi o listă personală de sugestii pentru soluţionarea problemei, astfel încît, în ipoteza unei crize de idei, să poată interveni pentru canalizarea discuţiilor.

Şedinţa trebuie în prealabil pregătită prin analizarea problemei, iar dacă aceasta este prea generală, se procedează la fragmentare. Membrii grupului sînt înştiinţaţi cu 2 zile înainte de şedinţă asupra datelor problemei, expuse în scris pe cel mult o pagină dactilografiată. Se lasă în felul acesta un timp pentru incubaţie şi pentru elaborarea primelor asocieri, participanţii putîndu-se prezenta cu o serie de idei scrise, dar fără a avea dreptul să le citească una după alta în şedinţă (pentru a nu întrerupe lanţul de asocieri - evocări ale întregului grup).

Este utilă, de asemenea, în vederea animării şi stimulării noilor idei, prezenţa în faţa conducătorului grupului a unei liste interogative de verificare Osborn, prezentate în paragraful 11.1.8.

Şedinţa începe prin prezentarea temei, a unor date suplimentare, reamintirea celor patru principii şi reguli de bază şi notarea celor care doresc să facă propuneri. În ipoteza că toţi doresc acest lucru, este suficient să se dea cuvîntul pe rînd fiecăruia, făcînd înconjurul mesei. Pentru stimularea asocierii libere şi dezvoltării unor idei deja emise în şedinţă, cel în cauză trebuie să facă şi un semn suplimentar, pe lîngă ridicarea mîinii, de exemplu, să pocnească din degete.

Secretarul notează şi numerotează ideile, astfel încît conducătorul să aibă în faţa mereu atît ordinea, cît şi numărul de idei emise, pentru stimularea participanţilor, formulînd fraze de forma: „să încercăm să mai emitem măcar încă 10 idei", „să încercăm să atingem suta", „fiecare să emită cel puţin cîte încă o idee pînă la sfîrşitul şedinţei" etc. Nici o idee nu este botezată cu numele celui care a emis-o, întrucît este posibil că ea ar

fi putut fi emisă şi de un alt membru al grupului sau să provină din asociere cu o idee emisă anterior de altcineva din grup.

Ideile trebuie formulate cît mai concis, de regulă printr-o singură frază, pentru a putea fi notate. Pentru uşurarea notării şi numerotării, se pot folosi doi secretari, unul numerotînd răspunsurile cu număr impar, iar celălalt pe cele cu număr par.

Durata optimă a unei şedinţe este de 30-45 minute, ritmul elaborării ideilor crescînd net în a doua parte a şedinţei.

Dintre ideile emise, numai o mică parte se pot dovedi practice-eficiente. „Există (afirmă prof. John Arnold [1]) puţine idei care să fie practice prin ele însele; dacă ele conduc la un eşec, este pentru că imaginaţia n-a mai lucrat pentru aplicarea lor în aceeaşi măsură în care a concurat la generarea lor. Metoda creativă nu trebuie să se limiteze la sugestii; *ideile nu sînt pentru aceasta decît o trambulină*".

Iată din ce cauză, după lăsarea unei zile pentru incubare şi analiză personală a ansamblului ideilor emise, conducătorul grupului solicită telefonic de la participanţi, a doua zi, eventualele idei noi apărute. Se citează frecvent cazuri cînd aceste idei suplimentare au fost net superioare celor emise în prima şedinţă de brainstorming.

11.3.1.3. *Evaluarea şi selectarea ideilor*

Pentru pregătirea evaluării şi selectării ideilor, trebuie parcurse următoarele operaţii preliminare:

- secretarul echipei pregăteşte o listă dactilografiată la trei rînduri a tuturor ideilor sugerate, atît în timpul, cît şi după şedinţă;
- conducătorul grupului verifică lista, asigurîndu-se că fiecare idee a fost expusă concis şi clar şi clasifică pe categorii logice ideile emise (de regulă 5-10 categorii);
- lista obţinută este apoi trecută prin ciurul evaluării pentru a selecta sugestiile cele mai fecunde.

Rolul ciurului îl joacă, cel puţin în tehnică, o echipă competentă posedînd un spirit critic mai sigur şi mai obiectiv, apelînd nu numai la specialişti, ci şi la cei care au responsabilităţi directe în rezolvarea problemelor similare.

Pentru uşurarea evaluării şi selectarea ideilor este utilă întocmirea şi elaborarea răspunsurilor corespunzătoare la o listă de întrebări de tipul:

- va mări cantitatea şi calitatea producţiei ?
- va mări productivitatea ?
- se vor înregistra progrese în deservire, întreţinere sau montaj ?
- va creşte fiabilitatea ?
- se vor înregistra economii la costuri ?
- se vor reduce muncile neproductive ?
- se vor îmbunătăţi condiţiile ergonomice ? etc.

Dacă este vorba de un produs nou, o tehnologie nouă, o maşină de lucru, o sculă, un dispozitiv, pentru evaluarea ştiinţifică se vor enumera funcţiile (atributele), se vor reordona acestea după tehnica deciziei impuse din ingineria valorii, ajungîndu-se în final la ordonarea ştiinţifică a ideilor după cifra valorică a fiecăreia.

Ideile selecţionate sînt apoi încredinţate specialiştilor pentru concretizare, dezvoltare, proiectare şi implementare industrială.

Din cele arătate mai înainte, rezultă că brainstormingul nu reprezintă, aşa cum arăta de altfel şi autorul său, Alex Osborn [1], decît un demers în descoperirea de idei, care la rîndul lor nu reprezintă decît o etapă în cursul rezolvării creative a problemelor.

Cel puţin în tehnică, brainstormingul, nu încheie procesul de creaţie, ci abia îl schiţează. Brainstormingul conturează teme de creaţie - nu le rezolvă, creaţia tehnică este de cele mai multe ori rezultatul activităţii cerebrale a individului şi nu poate fi compensată printr-o gîndire de grup.

Considerăm că brainstormingul poate fi folosit şi în activitatea creatoare individuală, cînd inventatorul, aplicînd cele două principii de bază - suspendarea temporară a evaluării şi multitudinea ideilor - practică asocierea liberă, gîndirea hoinară, fantezia, lanţul de evocări consonante, reveria, ajungînd uneori la rezultate superioare eforturilor unui întreg grup. Brainstormingul nu este propriu-zis o metodă, ci numai o etapă dintr-o metodă intuitivă de creaţie, fiind aplicată pînă în prezent, cu unele rezultate foarte bune, în special în probleme de orientare a producţiei, a produselor, a desfacerii, de marketing, de reclamă şi mai puţin convingătoare în creaţia tehnică propriu-zisă.

11.3.1.4. *Exemplu de brainstorming în tehnică*

Un sugestiv exemplu îl reprezintă aplicarea principiilor brainstormingul în rezolvarea tehnică a problemei sortării roşiilor recoltate, a celor verzi de cele coapte, relatat de John Dickson [8].

Problema constă în găsirea tehnologiei de sortare rapidă automată a roşiilor necoapte (verzi) de cele coapte, în cazul prelucrării lor în masă la fabricile de conserve, dat fiind faptul că unii fermieri americani, preferă - pe criterii de productivitate şi de posibilitate a folosirii metodelor mecanizate de recoltare - să culeagă toate roşiile odată.

Iată cele 30 de idei emise de cei patru participanţi:

1. Tom - Noi le sortăm după culoare. Ca atare, trebuie folosiţi indicatori de culoare.
2. Ed - Capacitatea de radiaţii sau de reflexie - roşia verde trebuie să aibă capacitate de reflexie crescută.
3. Dave - Duritatea. Le apăsăm uşor sau le atingem.
4. Dick - Conductivitatea electrică.
5. Tom - Rezistenţa electrică.
6. Dave - Magnetismul.
7. Dick - Dimensiunea. Oare roşiile verzi nu sînt mai mici ?
8. Ed - Greutatea. Roşiile coapte vor fi mai grele.
9. Tom - Dimensiunea şi greutatea trebuie să fie legate una de alta.
10. Dave - Dimensiunea şi greutatea dau densitatea.
11. Ed - Volum specific.
12. Tom - În roşiile coapte există multă apă, de aceea ele au greutatea specifică a apei.
13. Dave - Ele plutesc sau se scufundă ?
14. Dick - Poate să le sortăm după densitate - funcţie de faptul că plutesc sau nu ?

15. Ed - Nu este obligatoriu în apă; s-ar putea intr-un alt lichid.
16. Tom - Netoxic.
17. Dave - Apă sărată.
18. Dick - Razele X - pentru determinarea dimensiunilor seminţelor sau altceva similar.
19. Tom - Miros, aromat.
20. Ed - Sunetul - s-ar putea oare asculta roşiile ?
21. Dick - Roşiile pot fi oare auzite ?
22. Dave - Căldura - radiaţia infraroşie.
23. Ed - Conductivitatea termică.
24. Tom - Capacitatea calorică unitară.
25. Dick - Posibilitatea unui jongleor de a jongla cu ele.
26. Ed - Să fie angajată o femeie - să le supravegheze şi să apese pe buton.
27. Dave - Metodă statistică - să se verifice numai fiecare a doua roşie.
28. Dick - Să se scuture buncherul - roşiile coapte se vor amplasa sus sau jos.
29. Ed - În timpul vibraţiilor să se sufle aer comprimat prin buncher (fluidizare).
30. Tom - Să se folosească cifrele întîmplătoare, de exemplu, fie ca a treia şi a şaptea roşie să fie coaptă.

După părerea noastră, în această problemă ar fi fost mai eficientă tehnica input-output, în care în cadrul input-ului s-ar analiza mărimile fizice ale roşiilor verzi şi coapte şi a mijloacelor de măsurare a acestora, output-ul reprezentînd soluţia tehnică finală prin care se realizează separarea acestora pe baza input-ului înregistrat.

Problema a fost rezolvată creativ şi materializată într-un automat de sortat roşii de către un grup de elevi din regiunea Ivan Franko-URSS. Fenomenul fizic luat ca bază a fost transparenţa. Tomatele coapte fiind mai transparente la lumină, aceasta după ce le străbate, acţionează asupra unui fotoelement, la al cărui semnal se declanşează releul care include un electromagnet care ridică şi coboară o jaluzea specială, lăsînd să treacă numai legumele coapte. Pentru tomatele verzi, lumina nestrăbătîndu-le, jaluzeaua rămîne închisă, ele fiind îndreptate spre un alt buncker [9].

Metoda asaltului creierelor reprezintă o soluţie empirică importantă pentru rezolvarea problemelor de creaţie, dar din punct de vedere psihologic, informatic, cibernetic sau combinatoric, lucrurile nu sînt nici pe departe lămurite [31].

Brainstormingul se recomandă a fi studiat ca o primă metodă euristică în pregătirea inventatorilor şi aceasta din următoarele motive:

- eficienţa metodei
- nu necesită o pregătire specială, fiind accesibilă elevilor, muncitorilor şi inginerilor
- este economică asigurînd într-un timp scurt multe idei utile.

A.I. Polovinkin recomandă folosirea brainstormingului în următoarele situaţii [31]:

- în rezolvarea problemelor de inovare şi raţionalizare, în cele mai diverse domenii ale tehnicii;
- în cazul celor mai variate moduri de prezentare a problemei de creaţie (ca formă, ca detaliere, ca adîncime a prelucrării);
- în etape diferite de rezolvare a problemelor de creaţie şi în diferite stadii de elaborare şi proiectare a obiectelor;

- în combinare cu alte metode euristice.

Datorită universalităţii sale, brainstormingul poate fi folosit şi în domeniul managementului, deservirii, afacerilor, economiei, sociologiei, operaţiilor militare, cercetărilor penale etc.

11.3.1.5. *Metoda antebrainstormingului*

Brainstormingul direct contribuie pentru găsirea soluţiei pentru o temă dată; ori, după cum s-a arătat mai înainte, oriee problemă de creaţie tehnică este o dublă problemă creativă:

- crearea subiectului
- crearea soluţiei pentru subiectul elaborat.

De aceea, pentru a mări şansele brainstormingului direct, este raţională practicarea antebrainstormingului a cărui scop principal este: *evidenţierea în obiectele tehnice existente a unui număr cît mai mare de neajunsuri* şi chiar prognozarea în viitor a unor neajunsuri noi, legate de evoluţia normală a tehnicii.

Cu toate că inventarea subiectului creaţiei poate fi realizată pe cale pur logică, prin metoda deciziei impuse din ingineria valorii, prezentată în paragraful 3.10, antebrainstormingul poate reprezenta un mijloc mai simplu şi mai economic.

Formularea temei pentru antebrainstorming trebuie să cuprindă răspunsurile precise la următoarele întrebări [31]:

- ce reprezintă obiectul supus perfecţionării ?
- care sînt neajunsurile cunoscute, legate de fabricarea, controlul, exploatarea, repararea etc., a obiectului dat ?
- asupra căror elemente trebuie concentrată atenţia ?

Formarea grupei de creaţie se face după aceleaşi principii ca şi pentru brainstorming, dar este necesară completarea cu tehnolog, reglor, reparator, merceolog etc.

Obligaţiile liderului antebrainstormingului sînt similare cu cele ale liderului brainstormingului; este util însă să se formuleze vizibil următorul listing de întrebări:

- la care parametri ai obiectului se aşteaptă abateri de la normative ?
- ce greutăţi de fabricare, montaj, control pot apărea ?
- ce greutăţi privind materialele şi subansamblele obţinute prin colaborări pot apărea peste 10-20 ani ?
- ce greutăţi de ordin energetic pot apărea ?
- ce greutăţi în exploatare pot apărea ?
- pot apărea momente periculoase pentru beneficiar sau pentru personalul de deservire ?
- ce greutăţi în transport pot apărea ?

Brainstormingul şi antebrainstormingul pot fi combinaţi sub forma dublului brainstorming, a antebrainstormingului combinat cu brainstorming etc.

11.3.2. *Sinectica - metoda Gordon*

Sinectica sau asocierea liberă este un termen provenit din limba greacă şi care reprezintă îmbinarea de elemente diferite, aparent necorelate, avînd drept scop de bază eliberarea faţă de constrîngeri impuse în cadrul problemei formulate, eliminarea răspunsurilor negative, maleabilizarea gîndirii şi evadarea din gîndirea şablon, pentru realizarea de idei originale-viabile.

Metoda a fost elaborată de profesorul W.I. Gordon de la Universitatea Harward - SUA [10] şi se bazează pe teoria că probabilitatea succesului în rezolvarea problemelor creşte prin înţelegerea componentelor emoţionale iniţiale ale procesului creator, considerate mai importante decît elementele intelectuale şi raţionale.

Metoda presupune parcurgerea următoarelor etape de bază [11]:

1. Enunţarea problemei în formă dată.
2. Analiza problemei.
3. Sugestii imediate sau „purjare".
4. Enunţarea problemei aşa cum a fost înţeleasă.
5. Creşterea „distanţei metaforice" utilizînd analogia directă, analogia personală sau conflictul condensat.
6. Eventuala repetare a etapei 5 în alt context.
7. Adaptarea forţată a fanteziei.
8. Generarea unor soluţii posibile.

La început, grupei constituite din conducător, 5-10 membri şi stenograf, i se explică tema printr-o enunţare generală a problemei, urmată de o analiză - detaliere a acesteia, de la general la particular. În timpul analizei problemei, persoana care o pune o descrie detaliat, răspunzînd la toate întrebările care apar în timpul prezentării. Chiar în această etapă pot apărea sugestii imediate pentru rezolvarea problemei; pe această bază, pe fluxul detalierii problemei de la general la particular, noile idei pot apărea ca idei de principiu, ca idei fundamentale, ca invenţii pilot sau ca invenţii de detaliu, funcţie de momentul în care au fost enunţate. Uneori această etapă poartă denumirea de „purjare", întrucît este destinată eliberării minţii de orice idei preconcepute care ar putea influenţa negativ procesul de creaţie.

În urma acestei etape, problema poate fi redefinită, aşa cum a fost înţeleasă şi se poate proceda la „excursia creativă" propriu-zisă, excursie în care, prin participarea coordonatoare activă a conducătorului de grup, domnesc analogia, inversia, empatia, fantezia, evocarea şi alte tehnici intuitive de creaţie.

W.Gordon pune preţ în special pe tehnica analogiei, a analogiei directe, personale sau a conflictului condensat, menit să producă o distanţare faţă de problemă, să determine ca „noţiuni familiare să pară ciudate".

Analogia directă a fost detaliat expusă ca tehnică intuitivă în paragraful 11.1.2, iar analogia personală se suprapune în mare măsură cu tehnica empatiei, prezentată în paragraful 11.1.4.

Metoda sinectică se bazează pe faptul că procesul creativ este mai productiv în condiţii noi necunoscute pentru om. Situaţia analoagă cu cea analizată distrage rapid atenţia omului fată de condiţiile concrete ale problemei iniţiale (cu demersuri şablon de

rezolvare) şi îi cere ss analizeze o altă problemă legată de prima. În felul acesta situaţia cunoscută se transformă într-una necunoscută [12]. Dacă, de exemplu, în grupă se studiază elaborarea unui procedeu şi utilaj pentru curăţirea zăpezii, atenţia membrilor grupei va fi dirijată pe o problematică analogă - de deplasare a materialelor în vrac, a grăunţelor de grîu sau a frunzelor căzute toamna; în concepţia unei mari clădiri administrative atenţia va fi concentrată, de exemplu, pe organizarea unui stup de albine, iar în rezolvarea răcirii interioare a frezelor armate, atenţia se va devia spre modurile cunoscute de rezolvare a răcirii interioare a cuţitelor armate.

Sinectica reprezintă o metodă intuitivă de creaţie, eficientă în tehnică, lucru demonstrat şi de experienţa de mai mulţi ani a compartimentului de scule aşchietoare al catedrei de Maşini-unelte şi scule a Politehnicii ieşene, în ceea ce priveşte organizarea grupelor de creaţie studenţeşti. Grupele de sinectică sînt conduse de către titularul cursului - autorul prezentei lucrări, fie de către conducătorul cercului ştiinţific studenţesc sau a grupului de absolvenţi, care îşi pregătesc proiectele de diplomă cu tematici apropiate.

În cele ce urmează, se prezintă un exemplu de aplicare a sinecticii în rezolvarea unei probleme de concepţie în domeniul sculelor aşchietoare, la care au participat 7 studenţi, cu următoarele nume convenţionale: Mircea, Nelu, Nicu, Eugen, Nae, Radu şi Florin (tabelul 11.2).

Tabelul 11.2

Autorul	Conţinutul intervenţiei	Adnotaţii
Conducătorul grupului	Frezele de tip Romascon de serie, produse de I.P. Iaşi se supraîncălzesc în cazul efectuării unor operaţii grele şi de durată, specifice Combinatului de utilaj greu Iaşi. Ce soluţie propuneţi pentru a contracara acest neajuns? Pentru diminuarea temperaturii frezei în ansamblu.	Enunţarea problemei în forma dată
Mircea	O nelămurire. În ce condiţii de lucru apare supraîncălzirea? În hala noastră de producţie şi în alte întreprinderi acest fenomen nu apare.	Problema nu este suficient de clară
Conducătorul grupului	Fenomenul a fost constatat şi la I.M. Nicolina, în condiţiile unei frezări pline (în care este angajat întregul diametru al frezei) cînd aşchiile se pot îngrămădi în centrul sculei, precum şi la frezarea plană, îndelungată, a unor piese lungi.	

Autorul	Conţinutul intervenţiei	Adnotaţii
Nelu	Să se răărească dinţii frezei, pentru a nu menţine aşchiile fierbinţi în mijloc.	O primă idee
Conducătorul grupului	Soluţia este folosită, dar ea conduce la o diminuare a productivităţii, ca urmare a reducerii numărului de dinţi angajaţi simultan în proces.	
Nicu	Să se sufle aer comprimat pentru eliminarea aşchiilor şi pentru răcire.	O a doua idee
Conducătorul grupului	Şi această soluţie s-a aplicat, dar capacitatea de răcire a aerului este redusă	Purjare
Eugen	Să se trimită un jet de lichid de răcire în zona de aşchiere	O a treia soluţie
Conducătorul grupului	Aducerea prin exterior a lichidului pe tăişurile din carburi metalice, nu poate asigura o răcire continuă şi uniformă, ceea ce conduce la tensionarea şi spargerea plăcuţelor. Şi acum putem preciza tema de creaţie. Mijloc tehnic de reducere a temperaturii tăişurilor şi a sculei în ansamblu, fără „udarea" tăişurilor şi fără reducerea productivităţii, ci dimpotrivă.	Enunţarea temei aşa cum aceasta a fost înţeleasă
Nae	Dacă lichidul de răcire nu poate fi adus pe dinafară, să fie adus dinăuntru, ca la cuţitele Rindmax, pe care le producem deja.	Aplicarea tehnicii inversiei şi analogiei
Radu	Cuţitele Rindmax sînt staţionare, în timp ce cuţitele de pe freza Romascon sînt rotative. Cum să aduci şi să circuli în aceste condiţii lichidul pe sub plăcuţă?	
Florin	Să se aducă lichidul prin axul şi coada găurită a sculei prin intermediul unei pîlnii, prin cădere liberă.	

Autorul	Conţinutul intervenţiei	Adnotaţii
Mircea	Să se practice în corpul sculei găuri radiale, prin care lichidul să fie centrifugat spre fiecare cuţit demontabil în parte.	
Nae	Lichidul trebuie să ajungă din nou în baie, fără să stropească deloc plăcuţele.	
Eugen	Lichidul să fie colectat în urma eliminării prin nişte găuri axiale din fiecare cuţit, într-o baie ataşată la subansamblul arbore principal al maşinii de frezat şi etanşeizat în raport cu arborele aflat în rotaţie.	
Conducătorul grupului	Să căutăm şi alte soluţii. Florin, închipuie-ţi că eşti în locul frezei, lucrînd în plin. Cum vezi lucrurile din acest nou punct de vedere?	Sugerarea empatiei
Florin	Dacă mîinile mele sînt dinţii sculei, acestea, supraîncălzindu-se se uzează mai repede. Dar mai grav este că mi se încălzeşte exagerat, pînă la roşu uneori, corpul, ca urmare a inundării sale cu aşchii. Ar trebui să-mi apăr corpul de aşchii.	Aplicarea tehnicii empatiei
Nicu	Să se blocheze pătrunderea aşchiilor spre centrul frezei, prin nişte elemente de continuitate între dinţi, în aşa fel, încît să se constituie o barieră de netrecut pentru aşchii dinspre exterior spre interior.	
Nelu	Freza Romascon are şi posibilităţi proprii de răcire, întrucît în ansamblu ea lucrează ca o turbină cu aer. Ce ar fi să introducem suplimentar nişte palete radiale, special profilate, care să expulzeze aşchiile şi în acelaşi timp, să răcească mai intens, atît corpul cît şi dinţii?	Analogie

Autorul	Conţinutul intervenţiei	Adnotaţii
Mircea	Să se schimbe convenabil, aerodinamic, profilul transversal al dinţilor demontabili.	

Prin concretizarea unor soluţii propuse în cadrul acestei şedinţe de sinectică, s-au obţinut două brevete, ale căror autori au devenit evident membrii întregului grup.

11.3.3. *Metoda Delphi*

Botezată după numele oracolului grecesc al viitorului, tocmai datorită caracterului său previzionar de stimulare a creativităţii, metoda Delphi, pusă la punct în anii 1964-65 de către O.Helmer şi colaboratorii săi în cadrul programului de cercetare al Trustului american Rand Corporation, are drept scop de bază, obţinerea de direcţionări, prognoze şi chiar soluţii în problemele complexe prin valorificarea şi stimularea competenţei unui grup de experţi, combinînd creativitatea individuală cu cea a grupului.

Caracteristica principală a metodei o constituie utilizarea feed-back-ului de opinie, prin consultare reciprocă periodică, de mare efect stimulativ, dar, în acelaşi timp, creativ.

Metoda se desfăşoară după următoarea procedură: se întocmesc teme sau chestionare care se trimit unor experţi neîntruniţi, care trebuie să răspundă într-un interval de timp stabilit funcţie de amploarea şi complexitatea problemei; după primirea răspunsurilor, consultarea se repetă, participanţii receptînd şi răspunsurile preliminare ale celorlalţi membri ai grupei (de regulă nenominalizate). Se solicită noi răspunsuri, după care consultaţiile pot fi repetate pînă cînd se obţine o stabilizare a rezultatelor, în sensul că răspunsurile (în majoritate sau într-un procentaj prestabilit) sînt identice cu cele din etapa precedentă. Sporirea cantităţii de informaţii, prin cunoaşterea răspunsurilor celorlalţi participanţi are ca urmare modificarea răspunsurilor, în special a celor mai „deviate" prin aşa numitul efect Condorcet, din acest punct de vedere metoda Delphi putînd fi considerată şi ca o metodă de tratare a informaţiei (deci o metodă logică de căutare [13], [14]).

Metoda a fost aspru criticată, datorită în special faptului că îi „cuminţeşte" pe cei cu idei îndrăzneţe şi în felul acesta, reduce substanţial originalitatea soluţiilor elaborate - radicalismul acestora. În schimb, faţă de brainstorming şi faţă de sinectică, metoda Delphi prezintă marele avantaj al competenţei amplificate printr-un grup masiv de 5-15 experţi şi avantajul realismului soluţiilor selectate-stabilizate-direct aplicabile. Pe această bază, metoda Delphi devine deosebit de eficientă în organizare, în obiectivarea unor valori subiective, în viitorologie, dar, în special, în căutarea unor soluţii tehnologice sau proiectare creativă şi presupune parcurgerea a două etape de bază [13]:

- Fixarea temei, întocmirea chestionarului, organizarea consultării.
- Desfăşurarea consultării, valorificarea răspunsurilor, opţiunea finală.

În cadrul primei etape, care cade în sarcina conducerii întreprinderii, se disting subetapele de alegere a temei de desemnare a unui colectiv restrîns de 3-4 experţi pentru întocmirea chestionarului, de alcătuire a listei experţilor care urmează a fi chestionaţi şi de numire a colectivului de organizare format din 2-3 persoane competente, care preiau tema, chestionarul, lista consultanţilor, termenele şi lansează consultarea.

În cadrul celei de a doua etape, participanţii elaborează răspunsurile, fără să se consulte şi fără nici o influenţă din afară, după care organizatorii primesc răspunsurile şi le redistribuie chestionarele, pînă cînd constată stabilizarea răspunsurilor; se prezintă apoi, necritic, materialul obţinut colectivului de apreciere, de regulă identic cu grupul de experţi care a elaborat chestionarul şi care îşi redactează concluziile pe baza cărora va decide conducerea întreprinderii.

11.3.4. *Metoda PHILIPS 66*

Aceată metodă elaborată de J.Donald Philips de la Universitatea din Michigan reprezintă de fapt un brainstorming, la care numărul de participanţi este şase iar durata discuţiilor este limitată la numai şase minute; este, ca atare, vorba de un brainstorming dens - un blitz-brainstorming.

Aplicarea metodei se realizează plecîndu-se de la grupe eterogene mari (30-50 persoane) care se fragmentează în grupe mici de cîte şase persoane (la întîmplare, structural sau pe profile).

Fiecare grupă mică îşi alege un lider care îndeplineşte şi funcţia de secretar, cu drept la discuţii. Conducătorul general prezintă problema în scris, simultan, tuturor participanţilor. Durata constă din patru minute pentru organizare, şase minute penrtu blitz-brainstorming şi două minute pentru raportul fiecărui lider.

Obiectivele principale ale metodei constau în [15]:

- abordarea mai multor aspecte ale unei probleme într-un timp limitat;
- facilitatea comunicării şi exprimării în grupe mari (peste 30 persoane);
- posibilitatea colectării deciziilor, care reprezintă diverse tendinţe conturate, într-un ansamblu, într-un timp foarte scurt;
- favorizarea confruntării percepţiilor şi creativităţii individuale cu munca în grup.

11.3.5. *Discuţia Panel*

Principiul acestei metode constă în utilizarea unui grup restrîns de persoane competente (eşantionul Panel) pentru studierea unei probleme, asociată unui auditoriu care ascultă în tăcere şi intervine numai prin mesaje scrise. Discuţia se desfăşoară după următoarea metodologie: grupul Panel, de 5-6 persoane, aşezate în jurul unei mese sub preşedenţia unui lider-animator, lansează discuţiile, schimbînd între ei punctele de vedere pe tema propusă, în timp ce auditoriul amplasat în semicerc, urmăreşte tăcut, dar poate

trimite mesaje sub formă de întrebări (cartonaşe verzi), exprimare de sentimente (cartonaşe albastre), completare de informaţii (cartonaşe maro) etc. Aceste mesaje sînt introduse în Panel prin intermediul unei persoane denumite „injector de mesaje", care înainte de injectare, la un moment oportun a mesajelor în Panel, le clasează după categorii. Grupul Panel reia discuţia după fiecare lecturare a unui grup de mesaje, iar auditoriul continuă să trimită mesaje noi, şedinţa sfîrşind prin sinteza discuţiilor şi intervenţiilor efectuate de către animator.

11.3.6. *Metoda 6-3-5*

Cifra 6 reprezintă numărul de membri ai grupului de creaţie, cifra 3 reprezintă cele trei idei formulate iniţial de fiecare membru al grupului şi înscrise pe un tabel cu trei coloane, iar cifra 5 reprezintă numărul de persoane (6-1) care prelucrează primele trei idei ale vecinului.

După un prim schimb şi primele completări, îmbunătăţiri, precizări şi detalieri, urmează un nou schimb de idei, schimbul continuînd pînă cînd fiecare dintre cele trei idei iniţiale au trecut pe la fiecare membru al grupului. Ideile sînt apoi centralizate de către lider şi transmise conducerii întreprinderii.

11.3.7. *Metoda FRISCO*

Are drept scop esenţial aflarea în vederea rezolvării unor probleme complexe şi dificile, a unor noi căi de rezolvare cît mai simple şi mai eficiente şi presupune constituirea a două echipe [13]:

A - *echipa de investigare* formată din 12-15 persoane diferite ca vîrstă şi competenţă, care examinează atent problema dată, reimaginează modelele sau rezolvările clasice, le analizează critic, evidenţiind dificultăţile de bază (complexitatea calculelor, folosirea exagerată a coeficienţilor şi exponenţilor empirici, aplicativitatea restrînsă etc.).

B - *echipa de creaţie propriu-zisă* formată din 5-6 experţi înalt calificaţi care, primind o „listă de control" de la prima echipă, încearcă să găsească rezolvări noi sau măcar să le îmbogăţească pe cele existente.

Lista de control reprezintă un chestionar-pilot, o succesiune de întrebări astfel concepute, încît să conducă la lămurirea unor probleme conexe şi în acelaşi timp, să asigure o oarecare direcţionare a celei de a doua echipe; o astfel de listă trebuie să satisfacă următoarele condiţii:

- să nu pretindă prea multe informaţii;
- să nu ceară numai informaţii pe care cea de a doua echipă are capacitatea să le ofere;
- să se ceară răspunsuri foarte simple - tranşante, sub formă de da sau nu, sau cifre sau numai ordine de mărime;
- întrebările nu trebuie să fie nici echivoce, dar nici imperative;

- succesiunea întrebărilor trebuie subordonată unei „scări psihologice", prezenţa în acest scop a unui psiholog-expert fiind strict necesară.

Şedinţa de creaţie propriu-zisă se desfăşoară după un principiu denumit *principiul brainstormingului regizat*, în cadrul căreia conducătorul distribuie fiecărui participant cîte un rol, care să definească o anumită structură psihologică - de personalitate, de exemplu, *tradiţionalistul ponderat, optimistul, pesimistul, exuberantul.*

Se recomandă următoarea ordine de luare primară a cuvîntului: tradiţionalistul, exuberantul, pesimistul şi apoi optimistul, după care ordinea este generată de însăşi evoluţia discuţiei şi căutării.

Conducătorul veghează asupra participării active - echilibrate ca volum a tuturor membrilor şi asupra păstrării riguroase de către fiecare a rolului atribuit.

Tradiţionalistul joacă un rol de arbitru imparţial, care apreciază meritele vechilor soluţii, dar consemnează obiectiv şi neajunsurile; cu toate acestea, datorită greutăţilor legate de modificare şi luînd în consideraţie datele precedente satisfăcătoare, se pronunţă pentru menţinerea soluţiilor vechi, fără să se opună categoric eventualelor îmbunătăţiri realiste.

Exuberantul emite ca un participant tipic la brainstorming, idei cît mai originale, mai năstruşnice, fără autocontrol riguros, asigurînd astfel un climat creativ-imaginativ.

Pesimistul reprezintă cenzorul negativist, adept al proverbului *„mai binele este duşmanul binelui"*.

Optimistul critică ferm poziţia adoptată de regulă de pesimist şi susţine realist entuziasmul exuberantului; el este un realist obiectiv, încrezător în posibilităţile minţii omeneşti. Este de recomandat ca tradiţionalistul să fie cel mai vîrstnic, optimistul să fie cel mai competent în problema dată, pesimistul să fie un recunoscut specialist într-un domeniu conex, iar exuberantul trebuie să fie un tînăr cercetător apreciat pozitiv de toţi membrii echipei, atrăgător, ambil, neînfumurat, dar nici timorat de experienţa celorlalţi.

Tehnicile şi metodele psihologice-intuitive de creaţie, de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatiei, combinării, modificării, brainstormingului sau a sinecticii reprezintă pentru inventator un puternic arsenal, deosebit de eficient, în special pentru eliminarea inerţiei şi obstacolelor psihologice, de multe ori mijlocul de bază în generarea noilor idei.

Înţelegerea, însuşirea şi folosirea eficientă însă a acestui arsenal sînt posibile numai prin practică, printr-un antrenament îndelungat, atît individual, cît şi în grupele de creaţie.

Tehnicile şi metodele intuitive de creaţie reprezintă componentele artizanale şi nu logice-ştiinţifice ale inventicii; aceste mijloace *favorizează inventarea, dar nu o determină.*

Tehnicile şi metodele logice-deductive ale inventicii, tratate în capitolele 10 şi 12 duc obligatoriu la creaţii tehnice, dar în prezent nu orice proces de creaţie poate fi logicizat; logica stăpîneşte pînă în prezent numai procesele de creaţie bazate pe combinarea din elemente cunoscute a unor noi ansamble cu funcţii superioare, stăpîneşte ceea ce se întîmplă într-un caleidoscop Parnes, unic şi nu controlează combinatiile, asocierile, analogiile şi extrapolările între caleidoscoapele paralele şi în nici un caz, procesele de la nivelul caleidoscoapelor subconştientului.

Logica poate pătrunde la nivelul inconştientului numai sub forma unor programe difuze de combinări şi de criterii de consonanţă care acţionează reflex şi cu intensitate scăzută.

Aceste procese infralogice - combinatorice de la nivelul inconştientului vor fi cu atît mai puţin difuze, cu cît mai ferm au fost dezvoltate şi cultivate metodele şi tehnicile logice de creaţie la nivelul conştientului.

Iată din ce cauză, înseşi metodele şi tehnicile intuitive de creaţie devin mai productive atunci cînd sînt combinate cu tehnicile şi metodele logice-combinatorice.

Punctul de vedere esenţial al prezentei lucrări este că în activitatea de creaţie tehnică, în inventică *baza trebuie s-o reprezinte procesele logice-combinatorice (partea ştiinţifică), procesele intuitive (partea de artă) reprezentînd o activitate complementară*, menită să amplifice productivitatea şi originalitatea elaborării soluţiilor.

11.4. Metode logico-intuitive de creaţie tehnică

Procedînd la concasarea tehnicilor şi metodelor psihologice de creaţie, A.I. Polovinkin [16], [17], pornind de la încercările de logicizare a căutărilor creative ale lui Alex Osborn, prin tehnica listelor interogative prezentate mai înainte, precum şi de la matricea de îndepărtare creativă [15], respectiv de la metoda lui G.Buş a „ghirlandei de asociaţii şi metafore" [18], [19], elaborează *metoda generală logico-intuitivă de creaţie prin demersuri euristice*.

11.4.1. *Metoda demersurilor euristice*

Această metodă este relativ simplă şi firească în aplicare, întrucît majoritatea inventatorilor, conştient sau inconştient, se folosesc de arsenalul propriu de demersuri creative, constituit prin experienţa proceselor personale de căutări creative.

Un inventator începător, întîlnindu-se cu o problemă netradiţională de concepţie, este nevoit să-şi găsească, după o căutare mai mult sau mai puţin îndelungată, un demers creativ eficient, care să-i permită o rezolvare creativă relativ uşoară. Atunci cînd întîlneşte o altă problemă şi nu o poate rezolva cu demersul creativ precedent, el este nevoit să parcurgă din nou greul drum al căutării şi găsirii demersului creativ adecvat. În felul acesta, la majoritatea inventatorilor se constituie un *fond individual al demersurilor creative*, care, corelat cu *fondul de soluţii tehnice analoage* şi cu *fondul de materiale şi elemente constructive*, constituite într-un mod similar, reprezintă *baza materială a elaborării soluţiilor tehnice originale proprii*.

În mod firesc, în faţa inventologilor sovietici au apărut întrebările: de ce fondul individual de demersuri creative să se constituie la întîmplare, neorganizat, prin zig-zaguri şi nu organizat ? Nu cumva fondul individual specializat de demersuri creative face parte dintr-un fond general interdisciplinar de demersuri creative ?

Un prim răspuns pozitiv la aceste întrebări l-a constituit *elaborarea fondului interdisciplinar de demersuri creative*, un răspuns care face ca logica să pătrundă hotărît în euristică.

Un al doilea pas l-a constituit *elaborarea metodei de creaţie tehnică prin demersuri creative*.

11.4.1.1. *Fondul interdisciplinar de demersuri şi proceduri creative*

Organizînd şi clasificînd demersurile şi procedurile creative A.I.Polovinkin distinge, [1] aşa cum s-a arătat anterior, 15 grupe de demersuri creative, prezentate în tabelul 11.1 conţinînd un total de 261 demersuri şi 600 proceduri, prezentate în anexa nr.1.

11.4.1.2. *Constituirea fondului individual de demersuri creative* [1]

Folosind fondul interdisciplinar de demersuri creative prezentat mai înainte, inventatorul începător va trebui să-şi constituie treptat un fond individual de demersuri creative, adaptat atît domeniului tehnic în care îşi desfăşoară activitatea de creaţie, cît şi caracteristicilor sale de personalitate. Structurarea şi restructurarea acestui fond este însă necesară chiar şi pentru inventatorii cu experienţă, care au deja constituit, în mod natural, treptat, în timp, un fond adecvat de demersuri creative; metoda constituie un mijloc important pentru abordarea şi rezolvarea mai amplă - mai sistematică a problemei, chiar şi pentru inventatorii consacraţi - de performanţă.

Dar, metoda demersurilor euristice este deosebit de eficientă, în special, în creaţia de grup, întrucît grupul pune la dispoziţie nu numai un singur depozit informaţional, ci un grup de depozite naturale de informaţii, de date şi legi de compoziţie şi permite desfăşurarea în paralel a mai multor procese de căutări euristice prin demersuri creative. Este util ca în sălile în care se întîlnesc grupele de creaţie să fie afişat întregul nomenclator a celor 261 demersuri interdisciplinare din care urmează să se selecteze şi să se structureze fondul specializat de demersuri euristice.

În constituirea fondului individual de demersuri creative s-au conturat următoarele recomandări metodologice [17]:

a. În fondul individual trebuie să fie cuprinse cel puţin cîte unul din demersurile creative din fiecare din cele 15 grupe, fondul optim individual fiind constituit de regulă din 50-100 demersuri euristice specifice, acordîndu-se importanţă mai mare grupei *n*, de transformări analogice.

Criteriul de selecţie a demersurilor creative, pe baza analizei logice şi a evaluărilor experte, îl reprezintă *posibilitatea şi probabilitatea aplicării în domeniul dat* de sisteme tehnice şi de procese tehnologice. Este recomandabilă însă şi selecţia, în proporţie de 20%, a unor demersuri puţin probabile şi aparent inadecvate în aplicare la clasa dată de probleme, întrucît dacă, totuşi, dintre acestea vre-unul se va aplica cîndva, rezultatul va avea amprenta unei înalte originalităţi.

Demersurile selectate vor trebui redactate foarte atent în conformitate cu specificul domeniului.

b. Fondul individual trebuie permanent îmbogăţit, studiindu-se istoria evoluţiei constructiv funcţionale a obiectelor şi tehnologiilor specifice clasei date, precum şi a fondului de brevete din brevetoteca naţională; se va da o deosebită atenţie modalităţilor specifice etapelor implementării industriale, încercîndu-se o formulare a unor noi

demersuri creative specifice acestor etape, în special, în domeniile de vîrf şi în întreprinderile mari, purtătoare de progres tehnic.

c. Fondul individual trebuie să cuprindă demersurile euristice care să reflecte stilul subiectiv de gîndire a inventatorului, personalitatea sa - experienţa sa de ansamblu.

Fiecare demers va trebui ilustrat cu 2-3 exemple diferite şi sugestive, pe baza studierii istoriei tehnicii în domeniu şi pe baza experienţei personale.

11.4.1.3. *Constituirea fondului de soluţii tehnice analoage*

Fondul de demersuri creative se foloseşte în primul rînd pentru perfecţionarea constructiv-funcţional-tehnologică a unor soluţii tehnice existente, de regulă de vîrf, pentru realizarea de superproduse sau supertehnologii, cu mare putere de penetraţie pe piaţa mondială.

Inventatorul de profesie este recomandabil să aibă la dispoziţie, în orice moment, un fond de bază de soluţii tehnice analoage, constituit în mod special prin investigarea critică a tehnicii mondiale contemporane şi eventual împrospătat şi actualizat în momentul demarării unui nou proces inventiv.

Metodologia constituirii acestui fond suprapunîndu-se practic integral cu metodologia generală a desfăşurării etapei de informare şi sinteză critică a informaţiilor din cadrul traseului general al inventicii, inventatorul va face detaliat cunoştinţă cu aceasta în capitolul special consacrat problemei.

11.4.1.4. *Constituirea fondului de materiale şi elemente constructive*

Multe dintre demersurile euristice sînt aplicabile în strînsă legătură cu modificările structurii materiale ale obiectelor supuse perfecţionării, cu folosirea unor noi materiale şi elemente de construcţii şi adaptarea acestora la noile mutaţii calitative ale soluţiilor. De aceea, este util ca inventatorul să-şi structureze un bogat fond de materiale şi elemente constructive specifice aplicabile în domeniul său de creaţie: problema este pe larg dezvoltată în capitolul special consacrat materialelor.

11.4.1.5. *Etapele metodei demersurilor euristice şi aplicarea practică a acesteia*

Aplicarea practică a metodei demersurilor euristice presupune parcurgerea următoarelor patru etape de bază [17]:

1. Precizarea şi formularea temei de creaţie, prin elaborarea listingului cerinţelor faţă de sistemul tehnic dat.

2. Selectarea din fondul de soluţii analoage a uneia sau a mai multor prototipuri, care satisfac în cea mai mare măsură tema dată.

3. Analiza prototipurilor în vederea evidenţierii lipsurilor şi precizării temei de creaţie prin răspunsuri la două întrebări de bază:

- care indicatori ai prototipului trebuie îmbunătăţiţi şi cu cît;

- ce calităţi noi trebuie să aibă sau (şi) ce funcţii şi atribute trebuie eliminate.

4. Problema de creaţie va fi abordată şi rezolvată, prin alegerea demersurilor euristice cele mai adecvate, din fondul individual de demersuri, cu ajutorul cărora se modifică apoi în sensul căutat, prototipurile selectate în etapa 2. Aceste modificări pot fi realizate nu numai direct, prin folosirea simultană a cîtorva demersuri euristice, ci şi prin îmbunătăţiri treptate, cu ajutorul cîtorva demersuri folosite succesiv.

Dacă aplicarea demersurilor euristice selectate nu dă rezultate pozitive, se reanalizează exemplele tipice de aplicare a acestora din fondul personal sau se apelează la alte demersuri din fondul individual sau chiar din cel interdisciplinar. Dacă nici aşa nu se ajunge la un rezultat viabil, se revine la etapa a doua, se modifică componenţa prototipurilor sau se revine chiar la etapa 1, în vederea reformulării cerinţelor.

Metoda căutărilor prin demersuri euristice a fost aplicată cu succes în URSS, în special în domeniul hidrotehnic, la realizarea unei noi clase de construcţii hidrotehnice de consolidare, de conducte hidraulice, de construcţii de reglare etc. şi pentru condiţii naturale diferenţiate (topografic, hidrologic, geologic, atmosferic) [20], [21] asigurînd un fond de 800 soluţii tehnice, dintre care 40 au fost folosite în repetate rînduri, obţinîndu-se peste 50 de brevete (dintre care unele şi în Italia, RFG, Japonia etc.), cu o eficienţă economică anuală de 2-3 milioane ruble. Cu succes s-a aplicat metoda şi în sinteza optimală a sistemelor oscilante [22], [23]. Metoda specializată a demersurilor euristice poate fi substanţial eficientizată prin folosirea mijloacelor electronice de calcul, care într-o primă etapă, pe baza elaborării prealabile a unui sistem factografic obişnuit de cercetare informaţională, permite alegerea informaţiilor dorite (ceea ce scurtează substanţial timpul de căutare), minţii inventatorului revenindu-i sinteza noilor soluţii, iar într-o a doua etapă, în care se programează înseşi demersurile creative, se transferă calculatorului şi o parte din procesul de creaţie propriu-zis, iar în continuare, practic integral, procesul de evaluare a noilor soluţii realizate de om, de maşină sau combinat.

Metoda demersurilor euristice poate deci fi folosită la elaborarea programelor mixte umano-maşinizate de căutare a soluţiilor tehnice dintr-o anumită clasă, iar fondul interdisciplinar de demersuri euristice poate fi folosit cu succes la lărgirea posibilităţilor oferite de tehnicile şi metodele logice-matematice de căutare.

11.4.2. *Metoda ghirlandelor de asociaţii*

De multe ori metodele complete, logico-intuitive, de tipul metodei demersurilor euristice, ca urmare a caracterului deosebit de laborios al acestora, sînt inoperante; în aceste situaţii, se poate apela la tehnicile şi metodele intuitive clasice, a căror probabilitate a succesului este însă relativ redusă sau la unele metode logico-intuitive concentrate, în categoria cărora intră şi metoda ghirlandelor de asociaţii, pusă la punct de inventologul sovietic G.I. Buş [17], [18], [19], pe baza unei metode mai vechi (metoda obiectelor

focale), elaborată în 1926 la universitatea din Berlin de către E. Kunze şi perfecţionate de către C. Weinting [33].

Această metodă presupune o pregătire informaţională minimă şi asigură folosirea în cea mai mare măsură a stocului informaţional de la nivelul subconştientului inventatorului.

Aplicarea metodei, care reprezintă o extindere a tehnicii asocierii libere, presupune parcurgerea a 9 etape de bază, ilustrate în continuare pe exemplul analizat de autorul acesteia [17].

Tema: Noi soluţii constructiv-funcţionale-eficiente, de scaune, în vederea lărgirii asortimentului unei fabrici de mobilă.

Etapa 1. Elaborarea listingului sinonimelor obiectului creaţiei (a ghirlandei sinonimelor): scaun-fotoliu-taburet-şezlong-fotoliu-pat, (subansamblul formator $A_1 \dots A_m$).

Etapa 2. Elaborarea listingului unor obiecte luate la întîmplare (a ghirlandei obiectelor întîmplătoare). Din minte, din dicţionare, din enciclopedie, se iau la întîmplare, de exemplu: lanternă electrică-ţesătură-buzunar-inel-floare-plajă (ansamblul formator $B_1 \dots B_n$).

Etapa 3. Realizarea de bisociaţii (biasamblări) din elementele ghirlandei sinonimelor şi cele ale ghirlandei obiectelor întîmplătoare. Pe baza unei matrici plane AB, se combină pe rînd, fiecare cu fiecare, cele m obiecte sinonime cu cele n obiecte întîmplătoare şi se obţin biasamblările de forma: A_1B_1 - scaun cu lanternă; A_1B_3 - scaun cu buzunar; A_1B_6 - scaun pentru plajă; A_3B_5 - taburet pentru flori etc.

Etapa 4. Elaborarea listingului indicatorilor obiectelor întîmplătoare, care trebuie să fie făcută operativ, în cîteva minute, dar trebuie să conţină cît mai mulţi indicatori principali şi secundari, crescînd prin acesta mulţimea combinărilor posibile, deci şi probabilitatea găsirii unei noi soluţii viabile-eficiente. Pentru exemplul analizat, se elaborează un tabel de indicatori (tabelul 11.3).

Etapa 5. Generarea ideilor prin asociere pe rînd, la obiectul tehnic şi la sinonimele sale a indicatorilor obiectelor întîmplătoare.

Pentru exemplul dat, se poate obţine: scaun din sticlă, fotoliu termoizolant, fotoliu transparent, scaun cu electrocontacte etc.

Etapa 6. Generarea ghirlandei de asocieri (biasamblări)

Pe rînd, din rîndul indicatorilor obiectelor întîmplătoare prezentaţi în tabelul 11.3 se construiesc, prin asociere liberă, ghirlandele de asocieri, care trebuie să fie însă limitate, fie în timp, fie ca număr de elemente. Dacă se consideră primul indicator al primului obiect întîmplător - „din sticlă" - trebuie răspuns întîi la întrebarea: ce evocă acest indicator ?. Cuiva îi poate sugera o ţesătură (ţesătură din fibre de sticlă). Ce poate evoca ţesătura ? Ar putea evoca ţesere, împletire. La rîndul ei, împletirea o poate evoca pe bunica tratîndu-şi reumatismul pe plajele din sud, unde te poţi adăposti de căldură, la umbră sau sub umbrelă, care evocă copertina umbrarului din grădină ca loc de odihnă în zilele însorite, iar soarele poate evoca orbita eliptică după care se mişcă planetele şi zboară cosmonauţii, atît de admiraţi de copii etc.

S-a conturat astfel următoarea ghirlandă de asociaţii: sticlă - ţesătură - împletire - bunică - reumatism - plajă - sud - căldură - umbrelă - chioşc - umbrar - soare - elipsă - orbită - planetă - cosmonaut - copii.

Tabelul 11.3

Obiectul întîmplător		Indicatori
Lanternă electrică	B_1	Din sticlă, cu fotoizolare, cu termoizolare, transparentă, cu soclu, cu electrocontacte, mată, colorată.
Ţesătură	B_2	Metalică, din masă plastică, împletită, sudată, forjată, elastică, rigidă, mare, fină, cu ochiuri egale, cu ochiuri variabile.
Buzunar	B_3	Frontal, lateral, posterior, exterior, interior, demontabil, fals.
Inel	B_4	Metalic, din lemn, din masă plastică, împletit, gonflabil, emailat, galvanizat, cu ornamente, cu ceas, cu radio implantat.
Floare	B_5	Monocromatică, multicoloră, parfumată, în formă de clopot, cu pete, orientabilă după soare, cu autodeschidere, de cîmp, de toamnă, de apă, de grădină, de balcon, simetrică.
Plajă	B_6	De mare, solară, de nisip, îngustă, lungă, netedă.

În mod analog, se elaborează prin asociere - evocare liberă celelalte ghirlande ale indicatorilor lanternei electrice, apoi pentru indicatorii celorlalte obiecte întîmplătoare.

Etapa 7. Generarea noilor idei, prin încercările de asociere la elementele ghirlandei sinonimelor obiectului tehnic a elementelor ghirlandelor de asocieri libere. De exemplu, folosind numai prima ghirlandă de asociaţii-evocări libere, se pot obţine următoarele asamblări: scaun din fibre de sticlă, fotoliu din ţesătură de sticlă, taburet pentru bunica, fotoliu pentru tratarea reumatismului, şezlong pentru plajă, şezlong protejat împotriva căldurii etc.

În cadrul acestei etape se verifică faptul că în rîndul bisocierilor dintre sinonimele obiectului tehnic dat şi elementele ghirlandei de asocieri libere există suficiente idei originale, tentante. Dacă răspunsul este negativ, se continuă elaborarea şi îmbogăţirea ghirlandelor de asociaţii, începînd cu unul din elementele găsite în etapa 6.

Etapa 8. Evaluarea şi selectarea variantelor raţionale ale ideilor. Din marea mulţime (cîteva mii) a ideilor formulate prin bisocieri, se selectează cîteva idei raţionale (din cele 2% - 50% posibile).

Aplicarea metodei [17] [18] a relevat faptul, constatat şi la aplicarea altor metode şi tehnici intuitive de creaţie, că *numărul variantelor raţionale este invers proporţional cu originalitatea acestora*, ceea ce demonstrează că un procent înalt de variante raţionale reprezintă un fenomen nedorit, cele mai bune rezultate obţinîndu-se la un procentaj de 10% - 15% de idei raţionale.

Selectarea variantelor raţionale se realizează în următoarea ordine:

- eliminarea variantelor evident neraţionale;
- selectarea variantelor cele mai originale, de utilitate îndoielnică, dar posibile purtătoare de surprize favorabile;
- selectarea variantelor care răspund maximal condiţiilor iniţiale impuse.

Etapa 9. Alegerea variantei optime dintre cele raţionale, se realizează prin evaluări experte, în grupul de experţi fiind incluşi constructori-proiectanţi, tehnologi, economişti, designeri, psihologi, experţi comerciali, informaticieni etc.

Pentru exemplul dat, analiza expertă a pus în evidenţă o serie de idei raţionale clasificate după specificul acestora:

- *după destinaţie funcţională*: fotoliu pentru tratamentul reumatismului; fotoliu pentru plajă etc.;
- *după construcţie*: fotoliu cu umbrelă, fotoliu cu aparat de radio înglobat;
- *după tehnologia de fabricaţie*: fotoliu împletit, scaun emailat;
- *după material*: scaun din fibră de sticlă, fotoliu din masă plastică;
- *după forma obiectului*: fotoliu în formă de cupă, scaun eliptic;
- *după principiul de acţiune*: scaun deplasabil, fotoliu catapultabil;
- *după forma exterioară*: fotoliu transparent, şezlong multicolor.

Astfel clasificate, ideile pot fi în continuare combinate, ca de exemplu: fotoliu perforat în formă de cupă, metalic, deplasabil, termoizolant, pentru tratamentul reumatismului: fotoliu din masă plastică, de formă elipsoidală, cu umbrelă, pentru plajă, cu ceas şi aparat de radio înglobat.

11.4.3. *Metoda euristică generalizată de căutare a noilor soluţii tehnice*

Analizînd diversele metode euristice de căutare a noilor soluţii tehnice, inventologii sovietici [17] ... [20] au ajuns la unele concluzii de maximă importanţă pentru dezvoltarea creatologiei tehnice - a inventicii în ansamblu, printre care se pot cita:

- fiecare metodă sau tehnică poate fi subîmpărţită în etape consecutive, dominate de anumite demersuri euristice şi destinate rezolvării unor subprobleme de căutare şi prelucrare a informaţiilor, fiecare etapă conţinînd o gamă de proceduri de prelucrare a informaţiilor;
- în multe metode şi tehnici de căutare euristică există etape şi proceduri identice sau apropiate, precum şi o anumită ordine invariantă de succesiune a acestora;
- într-un şir întreg de metode se folosesc fonduri informaţionale, care asigură eficienţa căutării.

Aceste concluzii au putut fundamenta generalizarea metodelor euristice şi *elaborarea unei metode euristice generalizate de căutare a noilor soluţii tehnice*, care reprezintă un mare interes sub următoarele aspecte:

- ca material metodic pentru elaborarea metodelor euristice simplificate - specializate;
- ca bază euristică şi algoritmică pentru elaborarea programelor de căutare combinate om-maşină, programe care pot fi folosite atît ca *euriritmuri independente*, cît şi ca *inserţiuni în pachetele de programe aplicative ale sistemelor automate de căutări creative*;
- ca mijloc de perfecţionare sau chiar de elaborare a unor noi metode şi tehnici logico-euristice;
- soluţiile tehnice brevetate în ţară şi peste hotare în ultimii ani.

Este recomandabilă clasificarea soluţiilor tehnice, prezentarea acestora sub formă de diagrame de idei sau de matrici morfologice.

O parte din acest fond - M_2A - *fondul soluţiilor tehnice de cel mai înalt nivel mondial* se formează cu ajutorul buletinelor comerciale, reclamelor, cataloagelor, prospectelor expoziţionale etc. şi reprezintă o importanţă maximă ca rampă de lansare a sintezei unor soluţii eficiente.

M_3 - listingul cerinţelor pentru noile soluţii, trebuie clasificat după grupe: de exploatare, constructive, tehnologice, ergonomice, economice, reparatoare-profilactice etc., în concordanţă cu standardele şi normativele în vigoare. Listingul selectat de cerinţe se realizează prin comparaţie, prin tehnica deciziei impuse, aşa cum rezultă din capitolul special destinat acestui scop.

M_4 - fondul informaţional privind materialele şi elementele constructive de perspectivă pentru elaborarea noilor soluţii, se constituie folosind principiile expuse în capitolul special destinat structurării materiale a soluţiilor tehnice noi.

M_5 - fondul informaţional al proceselor tehnologice conţine selecţii de procese şi utilaje tehnologice care pot fi utilizate în realizarea fizică a noilor soluţii; este de recomandat ca structura acestuia să se realizeze printr-o clasificare preliminară pe categorii.

M_6 - fondul de demersuri creative se selectează din tabelul general interdisciplinar (tabelul 11.1) de demersuri creative.

M_7 - fondul informaţional de soluţii ale tehnicii de vîrf se structurează după aceleaşi principii ca şi fondurile M_2, M_2A, şi M_4.

M_8 - fondul de metode şi tehnici de evaluare şi alegere a variantelor optime prezintă o maximă importanţă pentru selectarea corectă şi conţine: metoda evaluărilor experte, tehnica deciziei impuse, metoda Delphi, metoda PATTERN, metodele de modelare matematică etc.

Metoda euristică generalizată de căutare a noilor soluţii tehnice eficiente presupune parcurgerea a 7 etape, în conformitate cu fluxul general prezentat în tabelul 11.4 [17], în care sînt specificate etapele, numărul de proceduri folosite şi fondul informaţional utilizat.

Tabelul 11.4

FLUXUL GENERAL AL METODEI EURISTICE GENERALIZATE

Etapa I. FORMULAREA PRELIMINARĂ A PROBLEMEI DE CREAŢIE	
Numărul de proceduri	6
Fondul informaţional utilizat	M_2, M_2A, M_3, M_7

Etapa II. ANALIZA PROBLEMEI DE CREAŢIE	
Numărul de proceduri	16
Fondul informaţional utilizat	M_1, M_2, M_2A, M_3, M_4, M_5, M_7

Etapa III. PRECIZAREA ŞI DETALIEREA PROBLEMEI DE CREAŢIE	
Numărul de proceduri	13
Fondul informaţional utilizat	M_2, M_3, M_4, M_7

Etapa IV. CĂUTAREA IDEILOR TEHNICE, A SOLUŢIILOR ŞI PRINCIPIILOR FIZICE DE ACŢIONARE	
Numărul de proceduri	12
Fondul informaţional utilizat	M_1, M_2, M_2A, M_4, M_5, M_7

Etapa I, ***de formulare preliminară a problemei de creaţie***, presupune în general utilizarea a 6 proceduri, dintre care cele subliniate sînt mai importante şi utilizabile în

Etapa V. ALEGEREA SOLUŢIILOR OPTIME	
Numărul de proceduri	11
Fondul informaţional utilizat	M_1, M_2, M_2A, M_4, M_8

Etapa VI. FINISAREA SOLUŢIILOR SELECTATE	
Numărul de proceduri	9
Fondul informaţional utilizat	M_1, M_2A, M_4, M_7, M_8

Etapa VII.ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUŢIILOR GĂSITE	
Numărul de proceduri	6
Fondul informaţional utilizat	M_2, M_2A, M_4, M_5, M_6, M_7, M_8

toate cazurile de creaţie:

1 - *determinarea funcţiilor (atributelor) la nivel calitativ;*

2 - *determinarea cantitativă a funcţiilor (atributelor);*

3 - *alegerea sistemelor tehnice contemporane care satisfac maximal funcţiile (atributele formulate);*

4 - *determinarea lipsurilor sistemelor tehnice contemporane;*

5 - *formularea prealabilă a problemei de creaţie;*

6 - *formularea temei de creaţie fără folosirea termenilor specializaţi,* după schema [18], [24]: - fiind dat sistemul tehnic prin elementele sale funcţionale de bază, un anumit element, într-o anumită situaţie, determină un anumit efect nedorit (fiecare din acestea fiind specificate) care trebuie eliminat (temă de creaţie); o astfel de formulare uşurează eliminarea unei serii de obstacole de ordin psihologic.

Această etapă este util să fie completată şi logicizată, în continuare, prin intermediul următoarelor proceduri:

1' - *reordonarea funcţiilor prin tehnica deciziei impuse;*

2′ - *determinarea cifrelor valorice pentru soluţiile tehnice contemporane şi reordonarea acestora;*

4′ - *elaborarea diagramei iniţiale (preliminare) a ideilor;*

4″ - *elaborarea matricelor morfologice preliminare ale ideilor.*

Etapa II, ***de analiză a problemei de creaţie,*** presupune utilizarea unui număr de 16 proceduri, dintre care cele mai importante - general utilizabile - sînt subliniate.

1 - *elaborarea arborelui evoluţiei clasei de sisteme tehnice analizate;*

2 - *evidenţierea tendinţelor dezvoltării clasei de sisteme tehnice analizate;*

3 - *sinteza prognozelor de dezvoltare a clasei de sisteme tehnice analizate;*

4 - *determinarea factorilor de bază care influenţează hotărîtor asupra sistemelor tehnice analizate;*

5 - *determinarea factorilor care influenţează hotărîtor asupra proiectării dominant-avansate;*

6 - *determinarea posibilităţilor de amplificare a atributelor soluţiilor reprezentative;*

7 - *evidenţierea lipsurilor eliminabile, inclusiv a lipsurilor principale care trebuie eliminate;*

8 - *ordonarea lipsurilor în ordinea dificultăţilor de eliminare a acestora;*

9 - *evidenţierea cauzelor apariţiei lipsurilor;*

10 - *analiza posibilităţilor de combinare a scopurilor rezolvării problemei;*

11 - *verificarea oportunităţii (caracterul realist) a problemei de creaţie;*

12 - *studiul condiţiilor de atingere a scopurilor;*

13 - *constituirea sistemei ierarhice,* în vederea precizării locului sistemei date în clasa de sisteme şi a legăturilor acesteia cu alte sisteme tehnice;

14 - *verificarea posibilităţii rezolvării problemei prin modificări ale obiectelor adiacente;*

15 - *stabilirea oportunităţii problemei în prezent şi în viitorul apropiat;*

16 - *conturarea unei imagini ideale a soluţiei tehnice căutate.*

Şi în această etapă se poate mări substanţial eficienţa, prin utilizarea următoarelor proceduri:

15′ - *elaborarea diagramei finale a ideilor;*

15″ - *elaborarea matricelor finale ale ideilor;*

15‴ - *elaborarea obiectului (obiectelor) generalizat al creaţiei tehnice în problema tehnică dată.*

Etapa III, ***precizarea şi detalierea problemei de creaţie,*** necesită folosirea următoarelor 13 proceduri:

1 - *elaborarea listei cerinţelor faţă de sistemele tehnice actuale;*

2 - *elaborarea listei cerinţelor faţă de sistema tehnică corespunzătoare problemei formulate;*

3 - *compararea listei cerinţelor cu indicatorii sistemei tehnice optime existente;*

4 - *delimitarea cerinţelor care, în mod evident, nu pot fi modificate în rezolvarea problemei;*

5 - *evidenţierea cerinţelor false şi eliminarea acestora din listă;*

6 - *evidenţierea cerinţelor principale ale sistemei studiate;*

7 - *evidenţierea cerinţelor noi;*

8 - *determinarea parametrilor de intrare şi ieşire ai sistemei tehnice studiate (a input-ului - output-ului);*

9 - *evidenţierea legăturilor funcţionale dintre parametrii de intrare şi cei de ieşire;*

10 - *analiza parametrilor de intrare, ca parametri de ieşire ai sistemului precedent, iar a parametrilor de ieşire, ca parametri de intrare ai sistemului următor;*

11 - *evidenţierea contradicţiilor îmbunătăţirii sistemei tehnice analizate;*

12 - *ilustrarea grafică a contradicţiilor îmbunătăţirii sistemei tehnice;*

13 - *selectarea îmbunătăţirilor celor mai importante; formularea finală a temei de creaţie.*

Procedura 6 - evidenţierea atributelor principale ale sistemei studiate, poate fi substanţial îmbunătăţită, prin aplicarea prealabilă a procedurii *deciziei impuse în ordonarea ierarhică a atributelor* (procedura 5').

Etapa IV, ***căutarea ideilor tehnice, a soluţiilor şi principiilor fizice de acţionare,*** necesită utilizarea a unui număr de 12 proceduri, şi anume:

1 - *transformarea în soluţii căutate a soluţiilor celor mai apropiate de cea căutată;*

2 - *transformarea în soluţii căutate a celor mai bune soluţii existente;*

3 - *transformarea în soluţie căutată a soluţiei de vîrf;*

4 - *transformarea în soluţii căutate a soluţiilor prognozate;*

5 - *transformarea în soluţii căutate a soluţiilor analoage din sistemele tehnice reprezentative;*

6 - *transformarea în soluţii căutate a soluţiilor mai vechi;*

7 - *încercarea de modificare a sistemei celei mai avansate;*

8 - *încercarea de eliminare a cauzelor lipsurilor prototipurilor;*

9 - *folosirea metodei tabelelor morfologice (şi a matricelor morfologice);*

10 - *formularea unor noi principii fizice de acţionare a sistemului tehnic;*

11 - *folosirea metodei ghirlandelor de asociaţii;*

12 - *combinarea ideilor.*

Şi această etapă poate fi substanţial îmbunătăţită şi eficientizată prin folosirea şi următoarelor proceduri:

11' - *apelul la tehnici psihologice de tipul empatiei, inversiei, analogiei etc.;*

11'' - *apelul la principiile brainstormingului şi ale sinecticii;*

11''' - *folosirea diagramelor de idei;*

11'''' - *folosirea obiectului generalizat al creaţiei tehnice.*

Etapa V, ***alegerea soluţiilor optime,*** presupune utilizarea a 11 proceduri:

1 - *verificarea fezabilităţii soluţiilor obţinute;*

2 - *verificarea tehnologicităţii soluţiilor obţinute;*

3 - *clasificarea variantelor soluţiilor după principiul fizic de acţionare şi după indicii constructivi-funcţionali de exploatare etc.;*

4 - *verificarea soluţiilor obţinute din punctul de vedere al corespondenţei cu cerinţele de bază;*

5 - *alegerea variantelor celor mai economice;*

6 - *alegerea soluţiilor noi care au nivelul cel puţin egal cu cel al soluţiilor reprezentative existente;*

7 - *alegerea soluţiilor care cuprind cele mai multe elemente tipizate şi standardizate;*

8 - *alegerea soluţiilor care satisfac integral funcţia principală formulată, scopurile principale şi cerinţele principale;*

9 - *alegerea soluţiilor care elimină integral contradicţiile perfecţionării;*

10 - *selectarea soluţiilor care necesită un număr minim sau un mumăr mare de modificări a soluţiilor vecine;*.

11 - *alegerea soluţiilor optime pe baza analizei rezultatelor procedurilor 5...10.*

Etapa VI, ***finisarea soluţiilor selectate***, necesită în general utilizarea a 9 proceduri, după cum urmează:

1 - *verificarea soluţiilor optime faţă de listingul cerinţelor;*

2 - *transformarea soluţiilor inacceptabile în soluţii acceptabile;*

3 - *încercări de îmbunătăţire a subansamblelor funcţionale; elaborarea listingului îmbunătăţit al soluţiilor;*

4 - *determinarea modificărilor posibile în soluţiile tehnice vecine din complexul de soluţii din care face parte soluţia căutată;*

5 - *determinarea parametrilor optimi de bază ai soluţiilor optime;*

6 - *reordonarea valorică a soluţiilor selectate;*

7 - *elaborarea desenelor pentru soluţiile proiectate;*

8 - *verificarea experimentală, de principiu a soluţiilor optime;*

9 - *evidenţierea neajunsurilor constatate cu ocazia experimentărilor.*

Etapa VII, ***analiza tehnică a indicatorilor tehnico-economici ale soluţiilor găsite şi estimarea perspectivelor de implementare*** (analiza inginerească a soluţiilor selectate), presupune utilizarea a 6 proceduri de bază:

1 - *estimarea efectelor obţinute prin utilizarea soluţiilor noi;*

2 - *estimarea perspectivelor soluţiilor selectate;*

3 - *determinarea domeniilor optime de utilizare practică a soluţiilor găsite;*

4 - *determinarea domeniului de utilizare a soluţiilor analoage de vîrf;*

5 - *estimarea efectului economic;*

6 - *elaborarea descrierilor de invenţii pentru soluţiile selectate.*

Şi această etapă poate fi substanţial eficientizată prin folosirea şi următoarelor proceduri:

01 - *precizarea problemei de analiză inginerească;*

02 - *modelarea fizico-matematică a soluţiilor selectate;*

5′ - *expertiza purităţii de brevet;*

5″ - *expertiza brevetabilităţii.*

11.4.4. *Structurarea metodelor logico-euristice specializate*

Principiul de bază al structurării, pornind de la metoda logico-euristică generalizată, a celei mai eficiente metode specializate, constă în constituirea şi perfecţionarea fondurilor informaţionale şi selectarea şi utilizarea etapelor şi procedurilor de prelucrare a informaţiilor adecvate clasei date de probleme tehnice.

Este recomandabilă [17] *utilizarea tuturor celor 7 etape ale metodei generalizate*, dar şi *selectarea în cadrul fiecărei etape numai a procedurilor adecvate-specifice* şi de aceea

autorii, A.I. Polovinkin şi A.N. Sobolev, descompun ansamblul procedurilor constituiente ale metodei specializate în două grupe:

- *proceduri invariante*, recomandabile pentru orice metodă specializată;
- *proceduri auxiliare*, selectate din restul procedurilor metodei generalizate, luînd în consideraţie specificul clasei date de probleme de creaţie tehnică şi pe baza verificării experimentale şi a evaluărilor experte ale eficienţei utilizării acestora.

Descriptorul structural al părţii invariante are forma:
$A_i = E_1(P_1^2...P_1^5)$, $E_2(P_2^2,P_2^4,P_2^6,P_2^7,P_2^2,P_2^2,P_2^2,P_2^2,P_2^2,P_2^2)$, $E_3(P_3^1,P_3^2,P_3^6,P_3^{11},P_3^{13})$, $E_4(P_4^1,P_4^2,P_4^3,P_4^7,P_4^{10},P_4^{12})$, $E_5(P_5^4,P_5^5,P_5^8,P_5^9,P_5^{11})$, $E_6(P_6^1,P_6^2,P_6^3,P_6^5)$, $E_7(P_7^1,P_7^3,P_7^5)$ în care E_i este etapa nr. *i*, iar P_i^j nr. *j* al procedurii din etapa nr. *i* (etapele subliniate din cadrul paragrafului 11.1.3).

Ca atare metoda logico-euristică specializată este concepută ca o reunire A_s a mulţimii A_i a procedurilor invariante şi a mulţimii A_a a procedurilor auxiliare-selectate,

$$A_s = A_i \cup A_a$$

Masivul informaţional trebuie structurat pe baza analizei clasei date de probleme tehnice şi a evaluărilor experte a eficienţei fondurilor internaţionale, recomandîndu-se, în acest sens, folosirea în primul rînd a fondurilor M_1, M_2, M_2A, M_4 şi M_6.

Instruirea inventatorilor în elaborarea şi aplicarea metodelor logico-euristice specializate este recomandabil să se efectueze, în grupe, după următoarele reguli de bază [17]:

- Specificarea procedurilor trebuie realizată fără economie de timp şi fără a lăsa problemele neclarificate în special în etapele 1-3 de punere şi formulare a problemelor de creaţie, accentuîndu-se pe prelucrarea sistematică, grafică, morfologică a ideilor.
- Pentru înlesnirea rezolvării problemelor care succed, se vor elabora materiale metodologice suplimentare, pe baza rezolvării problemelor precedente de prelucrare a informaţiilor după procedurile P_1^1, P_1^2, P_1^5, P_2^1, P_2^3, P_2^4, P_2^{13}, P_2^{16}, P_3^1, P_3^8, P_3^9, P_3^{10}, P_7^1, P_7^3 etc.

- Metoda specializată va fi periodic revizuită şi perfecţionată, prin dezvoltarea fondului informaţional, prin introducerea unor noi proceduri din stocul metodei generalizate sau din alte surse.

BIBLIOGRAFIE

1. Osborn Alex - *Applied Imagination*. Charles Scribner'a Sons New-York 1957. Traducere în l franceză, Dunod Paris, 1971.
2. Odobleja Stefan - *Psihologia consonantistă*. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1982.
3. Belous Vitalie - *Sinteza sculelor aşchietoare*, Editura Junimea, Iaşi, 1980.
4. Belous V., Cojocaru Gh., Stan M. şi Simion Al. - *Freză frontală cu dinţi demontabili armaţi cu plăcuţe metaloceramice*. Brevet RSR 59323.
5. Tvis I.V., Gudcov V.A. - *Scorostnoe zubofrezerovanie*, Maşghiz, 1953.
6. Semencenco I.I. şi colab. - *Proectirovanie metalorejuşcih instrumentov*, Maşghiz, Moskva 1963.
7. Belous V. - *Mecanism de acţionare fără motor*. Brevet românesc 67747.
8. Dixon John - *Design Engineering. Inventiveness, Analisys and Decision Making*. Mc Graw Hill Book Co 1966. Traducere în l.rusă, Mir, Moskva, 1969.
9. *** - *Elevii inventează*, În revista Ştiinţă şi tehnică, nr. 10, 1987.

10. Gordon W.I.I. - *Synectics*. Harper and Brothers New-York, 1961.
11. Twiss C.Brian - *Managing Technological Innovation*. Longman Grup Limited, 1974 London. Traducere în l.română, Editura Tehnică, Bucureşti, 1979.
12. Hill Percy - *The science of Engineerig Design*. Holt-Renehart and Winston Inc. New-York 1970. Traducere în l.rusă, Editura Mir, Moskva, 1973.
13. Verone Pierre - *Inventica*. Editura Albatros, Bucureşti, 1983.
14. Kaufman A. şi colab. - *L'Inventique*, Entreprise moderne d'édition, Paris, 1970.
15. Stoica Ana - *Creativitatea elevilor*. Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1983.
16. Polovinkin A.I. - *Metod optimalinogo proiectirovania s avtomaticeskim poiskom shem i structur injinernîh construcţii*. Naucinîe trudî TNIIS 1970, nr.34.
17. Polovinkin A.I. şi colab. - *Avtomatizaţia poiskogo construirovania*. Editura Radio i sveazi. Moskva, 1981.
18. Buş G. Ia - *Metodologhiceskie osnovî naucinogo upravlenia izobretatelistvom*. Editura Liesma, Riga, 1974.
19. Buş G.Ia - *Analoghia i tehniceskoe tvorcestvo*. Editura Liesma, Riga, 1979.
20. Polovinkiv A.I. şi colab. - *Metodî poiska novîh tehniceskin reşenii*, Marknigoizdat. Iuşkar-Ola, 1976.
21. Sergheev B.I. - *Meahkie konstrukţii ghidrotehniceskih soorujenii*. Teză de doctorat NIMI. Novorcekask, 1974.
22. Voinov B.S. - *Evristiceskii metod sinteza structurî colebatelinîh sistem S.V. Ci*. Editura Gosudarstvenii universitet Gorkii, 1974, nr.171, pp.29-44.
23. Voinov B.S. - *Poisk novîh tehniceskih reşenii v oblasti kolebatelinîh sistem D.T.V. na osnove evriticescogo i maşinnogo metodov sinteza*. Teză de doctorat M.E.I. - Moskva, 1978.
24. Altşuler G.S. - *Algoritm izobretenia*. Editura Moskovskii rabocii, Moskva, 1973.
25. Belous Vitalie - *Inventica. Bazele creaţiei tehnice în construcţia de maşini*, Editura Institutului politehnic Iaşi, 1983.
26. Belous Vitalie - *Creaţie tehnică în construcţia de maşini. Inventica*. Editura Junimea Iaşi, 1986.
27. Belous Vitalie - *Manualul inventatorului. Sinteza creativă în tehnică*- Editura Tehnică, Bucureşti, 1990.
28. Popov A. - *Mozgovoi şturm*. Inovator i raţionalizator, nr.6/84.
29. Popov A. - *Metod kontrolinîh voprosov*. Inovator i raţionalizator, nr.10/84.
30. Popov A. - *Tenevaia mozgovaia otaka*. Inovator i raţionalizator, nr.9/86.
31. Polovinkin A. - *Osnovî injinernovo tvorcestva*. Ed.Maşinostroenie, Moskva 1988.
32. Belous V. - *O metodă logico-euristică eficientă de creaţie tehnică: metoda demersurilor euristice*. Revista de Inventică nr.2-1990 pp.15-17.
33. Altşuler H.S. şi colab. - *Poisk novîh idei, ot ozarenia k Tehnologhii* Editura Cartea Moldovenească 1989.
34. Belous V şi colab. - *Maşină de ascuţit burghie elicoidale*. Brevet Românesc. 44577, brevet SUA 3448545 Brevet Franţa 1458668 Brevet Elveţia 444342,Brevet RFG 1.502.529.
35. Belous V. - *Procedeu de ascuţire cilindro-eliptică dublă a burghielor elicoidale*. Brevet Românesc 55361, Brevet Italia 940.729, Brevet R.F.G. 2.154.924, Brevet Franţa 2161510, Brevet Elveţia 544.619.
36. Belous V.şi colab. - *Maşină pentru ascuţit cuţite şi burghie elicoidale după suprafeţe cilindro-eliptice multiple*, Brevet România, 55209.
37. Belous V. şi colab. - *Maşină agregat de ascuţit burghie elicoidale*. Brevet România. 57923.
38. Belous V. - *Procedeu de îmbinare a ţevilor cu pereţi subţiri*. Brevet 87.394.
39. Belous V. - *Dispozitiv pentru realizarea îmbinărilor ţevilor cu pereţi subţiri prin deformare localizată*. Brevet 91317.

CAPITOLUL 12

METODELE LOGICE-COMBINATORICE-DEDUCTIVE ALE INVENTICII

Pornindu-se de la tehnicile de depistare a tuturor combinaţiilor incluzînd cele cunoscute, necunoscute - compatibile şi incompatibile - prin investigare morfologică, prin matrici de idei, secvenţial selectivă, selectivă-ponderată, prin divizare pe submorfologii, prin enumerare lexicografică, prin diagrame de idei sau prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei, folosind ca bază una sau mai multe tehnici combinate de cercetare morfologică, au apărut metodele logice complete de creaţie, de viabilitate maximă dovedindu-se pînă în prezent „metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles" [2], [5], [6] metoda ieşeană „a obiectului generalizat al creaţiei" [7], noua metodă sovietică generalizată a sintezei logice a soluţiilor tehnice (Polovinkin-Dvoreankin-Sobolev) [21], precum şi algoritmul general al rezolvării problemelor inventive (ARIZ) al şcolii lui H.Altşuler [34], [35].

În cele ce urmează, se prezintă cele patru metode ale inventicii, pentru înţelegerea mai uşoară, detalierea efectuîndu-se pe cazuri reale de rezolvare creativă a unor teme de proiectare creativă-optimizare.

12.1. Metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles

Metoda matricelor morfologice îşi are rădăcinile în anii 1930-1931, cînd astronomul elveţian Fred Zwicky a aplicat prima dată tehnica combinatorică a căutării prin matrice în sinteza unor dispozitive pentru astronomie.

Un prim rezultat notabil s-a obţinut în S.U.A. în 1942, cînd, în cadrul unei firme de aviaţie, F. Zwicky a obţinut într-un timp foarte scurt, prin căutări morfologice, cîteva zeci de soluţii pentru motoare de rachete şi pentru rachete, cuprinzînd, aşa cum s-a constatat ulterior, şi rachetele germane, pe atunci necunoscute V_1 şi V_2. După Kaufman, Fustier şi Drevet [2], pe baza cercetărilor lui Fred Zwicky [6] şi A.Moles [5], metoda matricelor morfologice de idei presupune parcurgerea a trei etape principale:

1. enumerarea sau „listingul";
2. analiza combinatorie;
3. evaluarea soluţiilor.

12.1.1. *Listarea*

Pentru elaborarea matricelor morfologice plane sau spaţiale ale unei anumite construcţii, este necesar în primul rînd, să se precizeze prin listare:

- componentele de bază ale produsului;
- atributele (funcţiile) de bază ale produsului, care reprezintă în acelaşi timp criterii de clasificare (ansamble formatoare);
- enumerarea soluţiilor pentru fiecare atribut, funcţie, criteriu şi notarea acestora.

Va apare deci un ansamblu formator $A = \{A_1, A_2, \dots, A_\alpha\}$ pentru componentele produsului şi ansamblele formatoare, pentru atribute, funcţii sau criterii de clasificare.

$B = \{B_1, B_2, \dots, B_\beta\}$ $C = \{C_1, C_2, \dots, C_\gamma\}$ ... $R = \{R_1, R_2, \dots, R_\rho\}$

12.1.2. *Analiza combinatorie*

Folosind ansamblele formatoare A ... R, se trece la cercetarea morfologică prin matrici de idei, secvenţial-selectivă, ponderat-selectivă prin divizare pe submorfologii sau prin enumerarea ordonată expuse anterior.

12.1.3. *Evaluarea soluţiilor*

Din morfologiile realizate vor fi eliminate soluţiile (asamblările) cunoscute în tehnică, soluţiile incompatibile, divergente, absurde, soluţiile la care avantajele obţinute sînt net inferioare dezavantajelor introduse, reţinîndu-se spre evaluare cu un grad sporit de precizie, folosind tehnica deciziei impuse din ingineria valorii, expuse în capitolul de informare şi sinteză a informaţiilor, numai soluţiile promiţătoare, în vederea stabilirii combinaţiei optime, care va fi apoi supusă aprofundării şi concretizării constructiv-funcţionale.

12.1.4. *Exemplu de caz real de aplicare a metodei morfologice Zwicky* [2]

O întreprindere constructoare de aparate electrice şi-a propus perfecţionarea bobinei pentru contactoare.

Morfologia generală a unei astfel de bobine cuprinde:

- A, procedeul de impregnare;
- B, tipul de carcasă;
- C, mijlocul de racordare la borne;
- D, bobinajul (natura firului şi a maşinii de bobinat).

Analizîndu-se stadiul tehnicii din sursele de informaţii avute la dispoziţie, s-au inventariat următoarele elemente ale ansamblelor formatoare:

$A = \{A_1, A_2\}$ A_1 fiind bobina impregnată şi A_2 bobina neimpregnată.

$B = \{B_1, B_2, B_3\}$ B_1 fiind carcasa de bachelită, B_2 carcasă din macanyl, iar B_3 supramulare fără carcasă.

$C = \{C_1, C_2\}$ C_1 reprezentînd ieşiri lipite cu alamă şi C_2 ieşiri fără întăriturí, lipite în baie.

$D = \{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6\}$ D_1 fiind fir întărit obişnuit şi bobinaj pe maşini Petersen, D_2 fir întărit termosudabil şi bobinaj pe maşini Petersen, D_3 fir întărit polimerizabil şi bobinaj pe maşini Petersen, D_4 fir întărit obişnuit şi bobinaj automat, D_5 fir întărit termosudabil şi bobinaj automat, iar D_6 fir întărit şi bobinaj automat.

S-au construit trei matrici morfologice de idei, AD, BD, şi CD, reunite într-una singură (tabelul 12.1) în care s-au notat costul şi calitatea obţinută pentru fiecare biasamblare (costul printr-o cifră, calitatea medie cu o stea, iar calitatea superioară cu două stele).

Întrucît numărul total de quatrasamblări este relativ redus,

$$N = \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \ldots \cdot \rho = 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 6 = 72 \text{ soluţii},$$

s-a folosit metoda enumerării ordonate, lexicografice, enumerarea efectuîndu-se în ordinea crescîndă a complexităţii constructiv-tehnologice. În acest scop, elementele din ansamblele formatoare A_1A_2 $B_1B_2B_3$ ... au fost la rîndul lor enumerate în ordinea complexităţii, creşterea indicelui reprezentînd deci şi o creştere a acesteia. Nivelul general al complexităţii constructiv-funcţionale a fiecărei quatrasamblări va fi dat evident de suma indicilor elementelor formatoare (tabelul 12.2).

Din cele 72 de soluţii posibile, cinci erau folosite în industrie de concurenţă, iar 29 erau incompatibile din punct de vedere tehnic; din cele 38 soluţii noi şi posibile, au fost reţinute pentru concretizare-experimentare 10 quatrasamblări caracterizate printr-un preţ de cost moderat (în jur de 1,00) şi un indice calitativ ridicat (un număr de stele de 6-8).

Metoda aplicată de către M.Michard de la compania franceză electromecanică [2] reprezintă o combinaţie între cercetarea morfologică prin matrici de idei, prin enumerare ordonată-lexicografică, folosind simultan metoda ponderării soluţiilor din ingineria valorii.

12.2. Metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice

Din punctul de vedere al combinatoricii, obiectul generalizat al creaţiei, reprezintă o morfologie $A = \{A_1A_2...A_\alpha\}$, $B = \{B_1B_2...B_\beta\}$ ... $R = \{R_1R_2...R_\rho\}$ în care elementele $A_1...A_\alpha$, $B_1...B_\beta$, ..., $R_1...R_\rho$ ale ansamblelor formatoare sînt vizualizate, prin elaborarea schemelor principiale constructiv-funcţional-tehnologice şi reprezentarea acestora.

În felul acesta, obiectul generalizat întruneşte calităţile matricelor morfologice şi ale grafurilor (cuprinzînd toate *r*-asamblările posibile), precum şi cele ale diagramelor de idei, prin caracterul vizualizat şi deschis al acestora.

Metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice presupune parcurgerea următoarelor etape de bază:

1. Listarea şi stabilirea ansamblelor formatoare.
2. Schematizarea principială a fiecărui element din ansamblele formatoare.
3. Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice.
4. Eliminarea variantelor incompatibile.

Tabelul 12.1

		Bobinaj pe maşina Petersen			Bobinaj automat		
		Fir întărit obişnuit	Fir întărit termosudabil	Fir întărit polimerizabil	Fir întărit obişnuit	Fir întărit termosudabil	Fir întărit polimerizabil
		D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6
		0,49 x	0,47 x	0,66 xx	0,54 x	0,54 x	0,71 xx
Bobina impregnată	A_1	0,27 xx	0,27 xx	0 xx	0,27 xx	0,27 x	0,27 x
Bobina neimpregnată	A_2	0,07 x	0,07 x	0,02 xx	0,07 x	0,07 x	0,02 x
Carcasa din bachelită	B_1	0,45 x	0,45 x	0,45 x	0,35 x	0,35 x	0,35 x
Carcasa din macanyl	B_2	0,30 x	0,30 x	0,30 x	0,20 x	0,20 x	0,20 x
Supramulare fără carcasă	B_3	imposibil	imposibil	0,31 xx	imposibil	imposibil	0,31 xx
Ieşiri lipite cu alamă	C_1	0,10 xx	0	0,07 xx	0,10 xx	0	0,07 xx
Ieşiri fără întăriturilipite în baie	C_2	0,04 x	0,04 x	0,04 x	0,04 x	0,04 x	0,04 x

Tabelul 12.2

													Ni-vel
$A_1B_1C_1D_1$ 1,31(6)													4
$A_1B_1C_1D_2$	$A_1B_1C_2D_1$ 1,25(5)	$A_1B_2C_1D_1$ 1,16(7)	$A_2B_1C_1D_1$ 1,11(5)										5
$A_1B_1C_1D_3$	$A_1B_1C_2D_2$ 1,23(5)	$A_1B_2C_1D_2$	$A_1B_2C_2D_1$ 1,10(5)	$A_1B_3C_1D_1$	$A_2B_1C_1D_2$	$A_2B_1C_2D_1$ 1,05(4)	$A_2B_2C_1D_1$ 0,96(5)						6
$A_1B_1C_1D_4$ 1,07(6)	$A_1B_1C_2D_3$ 1,42(7)	$A_1B_2C_1D_3$ 1,03(7)	$A_1B_2C_2D_2$ 1,08(5)	$A_1B_3C_1D_2$	$A_1B_3C_2D_1$	$A_2B_1C_1D_3$ 1,07(6)	$A_2B_1C_2D_2$ 1,03(4)	$A_2B_2C_1D_1$	$A_2B_2C_2D_1$ 0,90(4)	$A_2B_3C_1D_1$ 1,06(8)			7
$A_1B_1C_1D_5$	$A_1B_1C_2D_4$ 1,20(5)	$A_1B_2C_1D_4$ 1,10(6)	$A_1B_2C_2D_3$ 1,00(7)	$A_1B_3C_1D_3$	$A_1B_3C_2D_2$	$A_2B_1C_1D_4$ 1,06(5)	$A_2B_1C_2D_3$ 1,17(6)	$A_2B_2C_1D_3$ 1,06(7)	$A_2B_2C_2D_2$ 0,88(4)	$A_2B_3C_1D_2$	$A_2B_3C_2D_1$		8
$A_1B_1C_1D_6$ 1,13(7)	$A_1B_1C_2D_5$ 1,20(5)	$A_1B_2C_1D_5$	$A_1B_2C_2D_4$ 1,05(6)	$A_1B_3C_1D_4$	$A_1B_3C_2D_3$	$A_2B_1C_1D_5$	$A_2B_1C_2D_4$ 1,10(4)	$A_2B_2C_1D_4$ 0,91(4)	$A_2B_2C_2D_3$ 1,02(7)	$A_2B_3C_1D_3$ 1,06(8)	$A_2B_3C_2D_2$		9
$A_1B_1C_2D_6$ 1,10(6)	$A_1B_2C_1D_6$ 0,98(7)	$A_1B_2C_2D_5$ 1,05(5)	$A_1B_3C_1D_3$	$A_1B_3C_2D_4$	$A_2B_1C_1D_6$	$A_2B_1C_2D_5$ 1,00(4)	$A_2B_2C_1D_3$	$A_2B_2C_2D_4$ 0,85(4)	$A_2B_3C_1D_4$	$A_2B_3C_2D_3$ 1,03(8)			10
$A_1B_2C_2D_6$ 0,95(7)	$A_1B_3C_1D_6$	$A_1B_3C_2D_5$	$A_2B_1C_2D_6$ 1,02(6)	$A_2B_2C_1D_6$ 1,03(6)	$A_2B_2C_2D_5$ 0,85(4)	$A_2B_3C_1D_5$	$A_2B_3C_2D_4$						11
$A_1B_3C_2D_6$	$A_2B_2C_2D_6$ 0,97(6)	$A_2B_3C_1D_6$ 1,11(8)	$A_2B_3C_2D_5$										12
$A_2B_3C_2D_6$ 1,02(8)													13

SOLUŢIE FOLOSITĂ ÎN INDUSTRIE

SOLUŢIE INTERESANTĂ PENTRU CONCRETIZARE

ABCD

SOLUŢIE INCOMPATIBILĂ

1,21

COSTUL SOLUŢIEI (7)

CALITATEA EXPRIMATĂ ÎN NUMĂR DE STELE

5. Evidenţierea variantelor aparent incompatibile.
6. Evidenţierea, evaluarea şi critica variantelor existente.
7. Restrîngerea obiectului creaţiei tehnice, corelată cu critica variantelor existente.
8. Analiza inginerească a variantelor constuctiv-funcţionale-tehnologice posibile.
9. Detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creaţie în special extrapolarea, împrumutul de soluţii de detaliu de la obiectul generalizat vecin, generalizarea, inversia etc.

12.2.1. *Listarea şi stabilirea ansamblelor formatoare*

Ca şi în cazul metodei morfologice Zwicky-Moles, în cadrul primei etape, se precizează prin listare:

- componentele de bază ale obiectului creaţiei;
- atributele (funcţiile) de bază ale obiectului creaţiei, care reprezintă în acelaşi timp criterii de clasificare şi notarea acestora;
- enumerarea soluţiilor pentru fiecare atribut, funcţie şi criteriu (a elementelor formatoare) şi notarea acestora.

Reluînd cazul frezei frontale armate prezentată în capitolul 10, rezultă:

- ansamblul formator A, pentru componentele de bază ale obiectului creaţiei;

$$A = \begin{cases} A_1 \text{ - corpul frezei} \\ A_2 \text{ - plăcuţa aşchietoare} \\ A_3 \text{ - canalul pentru aşchii} \\ A_4 \text{ - partea de poziţionare-fixare} \end{cases}$$

S-au folosit trei criterii de clasificare:

a. după modul de restabilire a calităţilor aşchietoare după uzură (ansamblul formator B),

$$B = \begin{cases} B_1 \text{ - reascuţirea dinte cu dinte} \\ B_2 \text{ - folosirea plăcuţelor schimbabile nerecuperabile} \\ B_3 \text{ - reascuţirea continuă (detalonare după arce de cerc)} \\ ? \end{cases}$$

b. după legătura dintre plăcuţă şi corpul frezei (ansamblul formator C),

$$C = \begin{cases} C_1 \text{ - lipire direct de corpul frezei} \\ C_2 \text{ - lipire pe dinte demontabil fix} \\ C_3 \text{ - fixare mecanică de corpul frezei} \\ C_4 \text{ - fixare mecanică pe dinte demontabil fix} \\ C_5 \text{ - lipire pe dinte demontabil orientabil} \\ C_6 \text{ - fixare mecanică pe dinte demontabil orientabil} \\ ? \end{cases}$$

c. după soluţia constructiv-funcţională a poziţionării-fixării plăcuţei de corp sau de dinte, sau a dintelui de corp (ansamblul formator D),

$$D = \begin{cases} D_1 \text{ - lipire în locaş dechis} \\ D_2 \text{ - lipire în locaş semiînchis} \\ D_3 \text{ - lipire în locaş închis} \\ D_4 \text{ - prin pană radială şi şurub normal} \\ D_5 \text{ - prin pană radială şi şurub diferenţial} \\ D_6 \text{ - prin pană inversă şi şurub} \\ D_7 \text{ - prin pană inversă tip U-elastică şi şurub (Walter)} \\ D_8 \text{ - prin bridă şi şurub} \\ D_9 \text{ - prin pană cilindrică teşită şi şurub} \\ D_{10} \text{ - prin şurub-pană conică monobloc} \\ D_{11} \text{ - prin dinte zimţat posterior simplu înclinat} \\ D_{12} \text{ - prin dinte zimţat posterior dublu înclinat} \\ D_{13} \text{ - prin şurub central plăcuţă (dinte) găurit} \\ D_{14} \text{ - prin coadă conică cu piuliţă şi şurub} \\ D_{15} \text{ - prin coadă conică cu locaş elasticizat} \\ ? \end{cases}$$

12.2.2. ***Schematizarea principială a elementelor formatoare*** reprezintă o etapă importantă în elaborarea obiectului generalizat al creaţiei, asigurînd vizualizarea acestuia. Schematizarea trebuie să satisfacă următoarele condiţii de bază:

- eliminarea totală a amănuntelor constructive nesemnificative;
- reţinerea elementelor esenţiale ale construcţiei;
- reprezentarea soluţiei din cît mai puţine linii, cît mai şocant pentru ochi şi cît mai sugestiv.

În acest sens, elementul formator B_1 - reascuţirea dinte cu dinte (fig.10.29) - este reprezentat printr-o porţiune întreruptă din corpul frezei, în care este fixată o plăcuţă CMS, ascuţită de către o piatră care se roteşte, corpul şi plăcuţa rămînînd fixe;

- elementul formator B_2, folosirea plăcuţelor schimbabile - nerecuperabile este reprezentat printr-o plăcuţă poligonală (pătrată) poziţionată pe trei reazeme (regula celor trei puncte) fără piatră alături (nereascuţibilă) cu restabilirea calităţilor aşchietoare după uzură, prin rotaţie în jurul axei proprii, indicată printr-o săgeată curbilinie;

- elementul formator B_3, reascuţire continuă, este reprezentat printr-un corp de freză în mişcare de rotaţie în jurul axei proprii, de care este fixată o plăcuţă ascuţită de către o piatră abrazivă, care execută o mişcare de rotaţie în jurul axei proprii, avînd deci loc o rectificare continuă după suprafeţe de revoluţie, specifică ascuţirilor continue.

În mod similar, *în cel de al treilea ansamblu formator C*:

- elementul formator C_1, lipirea directă de corpul frezei, este reprezentată de o plăcuţă CMS, într-un locaş practicat în corpul frezei;

- elementul formator C_2, lipirea pe dinte demontabil fix, este reprezentată de o plăcuţă CMS, lipită pe un dinte fixat de corpul frezei;

- elementul formator C_3, fixare mecanică de corpul frezei, este reprezentat de o plăcuţă blocată printr-o pană şi şurub de corpul sculei;

- elementul formator C_4, fixare mecanică pe dinte demontabil fix, este reprezentat printr-o plăcuţă schimbabilă cu gaură (deci fixată mecanic) pe dinte demontabil fixat de corpul sculei;

- elementul formator C_5, lipirea pe dinte demontabil orientabil este reprezentat printr-o plăcuţă CMS lipită pe un dinte tronconic, fixat într-un locaş tronconic al corpului frezei, deci cu posibilitate de rotire în jurul axei proprii (orientabil);

- elementul formator C_6, fixarea mecanică pe dinte demontabil orientabil, este reprezentat de o plăcuţă fixată mecanic (locaş elasticizat într-un dinte tronconic orientabil, cu posibilitate de rotaţie în jurul axei proprii).

În mod similar sînt schematizate şi elementele D_1-D15 din ansamblul formator D.

12.2.3. *Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei*

Obiectul generalizat al creaţiei se reprezintă sub forma unei matrice morfologice vizualizate plane (dreptunghiulare sau polare) în cazul a două ansamble formatoare, sub forma unei matrice morfologice vizualizate spaţiale, paralelipipedice, în cazul a trei ansamble formatoare sau sub forma unui lanţ de matrice spaţiale în cazul a patru ansamble formatoare.

Pe axele de coordonate ale matricelor se amplasează în ordine elementele formatoare A_1, A_2, ..., A_i, respectiv B_1, B_2, ..., B_j etc. alături de simbol fiind reprezentată şi schematizarea principială, enumerarea terminîndu-se printr-un semn de întrebare, care, marchează o soluţie neinventată pînă în prezent.

Obiectul generalizat din fig.10.29 conţine numai două componente ale ansamblului formator A şi legătura dintre acestea:

A_1 - corpul frezei

A_2 - plăcuţa aşchietoare CMS

partea de poziţionare-fixare şi canalele pentru aşchii considerîndu-se neesenţiale.

Obiectul generalizat a fost reprezentat în coordonate cilindrice, pe direcţia radială reprezentîndu-se în ordine elementele formatoare B_1, B_2, B_3?, pe direcţia tangenţială, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6?, iar pe direcţie axială D_1, D_2, ..., D_{15}?, considerîndu-se listingul deschis pe cele trei direcţii de coordonate.

Fiind vorba de o matrice spaţială vizualizată, cilindrică, fiecare sector, reprezentat de cîte o triasamblare (B_i, C_j, B_k) va reprezenta o soluţie, numărul total de soluţii fiind,

$$N = 3 \cdot 6 \cdot 15 = 270$$

Reprezentarea prin obiect generalizat al creaţiei tehnice prezintă următoarele avantaje:

- asigură cuprinderea tuturor - asamblărilor cu elementele din ansamblele formatoare A, B, ..., R, ca şi matricile plane şi spaţiale;

- prin caracterul deschis al clasificărilor (ansamble formatoare) prin continuarea enumerării elementelor formatoare prin semne de întrebare pentru eventualele noi soluţii

necunoscute, obiectul general al creaţiei evidenţiază nu numai toate combinaţiile posibile pentru elementele cunoscute la un moment dat, ci şi caracterul pasager al însuşi obiectului generalizat;

- prin caracterul deschis pe cele două sau trei direcţii ale ansamblelor formatoare, se deschid noi căi, nu numai pentru noile combinaţii cu noile elemente formatoare existente la un moment dat, ci şi pentru alte combinaţii care pot apărea ca urmare a inventării în viitor a elemenetelor formatoare marcate astăzi prin semne de întrebare, realizîndu-se în acest sens şi un important efect psihologic-deblocant;

- prin caracterul concret-vizualizat al elementelor formatoare şi deci practic şi al *r* - ansamblărilor, obiectul generalizat scuteşte pe de o parte eforturile suplimentare de vizualizare - reprezentare al celui care-l studiază, iar pe de altă parte, conturează o imagine de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii, imagine care-şi face un loc ferm în preconştientul apropiat al inventatorului, ajutîndu-l mult în eventualele perioade de incubaţie sau iluminare (inventare spontană);

- vizualizarea elementelor formatoare, concretizează nu numai soluţiile parţiale materializate de acestea, ci şi *r* - asamblările posibile, combinaţiile realizîndu-se nu numai prin noţiuni, ci şi prin schemele vizualizate ale acestora, fiind deci în mare măsură deja concretizate, lucru pe care nu-l permite metoda matricelor morfologice.

12.2.4. *Eliminarea variantelor incompatibile*

Variantele incompatibile, divergente, absurde, se pot, la rîndul lor, subîmpărţi în două categorii:

- variante ferm incompatibile, care trebuie de la început eliminate din analiză;
- variante aparent incompatibile sau pseudoincompatibile.

Pentru eliminarea variantelor ferm incompatibile se poate proceda tratînd analiza pe submorfologii, făcînd o cercetare morfologică secvenţial-selectivă, aşa cum s-a procedat în paragraful 10.2.3 sau practicînd enumerarea lexicografică, în ambele cazuri pornindu-se de la biasamblări vizualizate ale obiectului general al creaţiei.

Întrucît elementele formatoare sînt vizualizate, incompatibilităţile din cadrul biasamblărilor pot fi uşor depistate, fără eforturi de reprezentare specifice metodei matricelor morfologice de idei.

În acest sens, pentru o morfologie, $B = \{B_1, B_2, B_3, ..., B_\beta\}$, $B = \{B_1, B_2, B_3, ..., C_\gamma\}$, $D = \{D_1, D_2, D_3, ..., D_\delta\}$ se elimină dintîi biansamblările incompatibile BC, apoi BD şi final CD, tăindu-se de pe tabelul lexicografic corespunzător.

Reluînd exemplul frezei frontale armate (fig.10.29 şi tabelul 12.3), se obţine:

a. Examinînd biasamblările BC, se constată următoarele incompatibilităţi ferme:

- B_2C_1-(2.1), plăcuţă schimbabilă (B_2) cu plăcuţă lipită de corp (C_1) - o coloană din obiectul generalizat cuprinzînd 15 triasamblări anulate din tabelul lexicografic 12.3
- B_2C_2-(2.2), plăcuţă schimbabilă (B_2) cu plăcuţă lipită de dinte demontabil (C_2), reprezentînd o a doua coloană de 15 triasamblări anulate din obiectul generalizat şi în tabelul corespunzător lexicografic;

- B_3C_1 (3.1), reascuţire continuă (B_3), care presupune o modificare la reascuţire a poziţiei plăcuţei în raport cu corpul şi lipirea direct de corp a acesteia (C_1), care presupune o poziţie fixă, reprezentînd o a treia coloană de 15 triasamblări eliminate;
- B_3C_2(3.2), reascuţire continuă (B_3) cu fixitatea plăcuţei lipite pe dinte demontabil fix (C_2), reprezentînd o a patra coloană de 15 triasamblări eliminate;
- B_2C_5 (2.5), plăcuţă schimbabilă (B_2) cu lipire pe dinte demontabil orientabil (C_5), reprezentînd cea de a cincea coloană eliminată din obiectul generalizat.

b. Examinînd biasamblările BD, se constată o altă serie de incompatibilităţi ferme:
- B_2D_1, B_2D_2, B_2D_3, B_2D_{12}, B_2D_{14} - plăcuţă schimbabilă (B_2) cu placuţă lipită direct de corp (D_1, D_2, D_3) sau de dinte demontabil (D_1, D_{14}), reprezentînd 15 noi triasamblări ferm incompatibile şi alte 10 deja eliminate;
- B_3D_1, B_3D_2, B_3D_3, ascuţire continuă (B_2) cu lipire fixă de corp (D_1, D_2, D_3), reprezentînd nouă noi soluţii incompatibile şi alte 5 deja eliminate.

c. Examinînd biasamblările CD, se constată următoarele biasamblări incompatibile:
- C_1D_4, C_1D_5, ..., C_1D_{15}, lipire direct de corp (C_1) cu folosirea unor elemente demontabile. (D_4D_5 ... D_{15}) cuprinzînd 12 noi soluţii eliminate şi alte 23 eliminate în fazele precedente;
- C_3D_1, C_3D_3, fixare mecanică de corp (C_3) şi lipire ($D_1D_2D_3$);
- C_3D_{12}, fixare mecanică de corp (C_3) cu dinte zimţat posterior dublu înclinat, pe care se lipeşte plăcuţa (D_{12});
- C_3D_{14}, C_3D_{15}, fixare mecanică de corp (C_3) cu lipire pe coadă conică (D_{14}) sau fixare mecanică pe dinte demontabil (D_{15}), reprezentînd în total alte şapte noi soluţii eliminate;
- C_4D_1, C_4D_2, C_4D_3, C_4D_{14}, fixare mecanică pe dinte demontabil fix (C_4) cu lipirea plăcuţei ($D_1D_2D_3$), în total cinci noi triasamblări eliminate;
- C_5D_4, C_5D_5, ..., C_5D_{13} şi C_5D_{15}, lipire pe dinte demontabil orientabil (C_5) cu fixarea mecanică cu poziţie fixă (D_4 ... D_{13}) sau orientabilă (D_{15}), în total alte 11 soluţii incompatibile eliminate;
- C_6D_1, C_6D_2, C_6D_3, C_6D_{14}, fixare mecanică pe dinte demontabil-orientabil şi lipirea plăcuţei ($D_1D_2D_3D_{14}$) în total alte 4 soluţii incompatibile eliminate.

Prin urmare, în urma analizei submorfologiilor BC, BD şi CD au fost eliminate din cele 270 soluţii, un număr de 138 triasamblări ferm incompatibile.

12.2.5. *Evidenţierea variantelor aparent incompatibile*

În faza de eliminare a variantelor incompatibile trebuie procedat cu multă prudenţă, întrucît unele variante pot fi numai aparent divergente. Din păcate, în faza logică de analiză a combinaţiilor posibile, este foarte greu de depistat astfel de pseudoincompatibi-

Tabelul 12.3

																		Nr-vel
1.1.1																		
1.1.2	1.2.1	2.1.1																3
1.1.3	1.2.2	1.3.1	2.1.2	2.2.1	3.1.1													4
1.1.4	1.2.3	1.3.2	1.4.1	2.1.3	2.2.2	2.3.1	3.1.2	3.2.1										5
1.1.5	1.2.4	1.3.3	1.4.2	1.5.1	2.1.4	2.2.3	2.3.2	2.4.1	3.1.3	3.2.2	3.3.1							6
1.1.6	1.2.5	1.3.4	1.4.3	1.5.2	1.6.1	2.1.5	2.2.4	2.3.3	2.4.2	2.5.1	3.1.4	3.2.3	3.3.2	3.4.1				7
1.1.7	1.2.6	1.3.5	1.4.4	1.5.3	1.6.2	2.1.6	2.2.5	2.3.4	2.4.3	2.5.2	2.6.1	3.1.5	3.2.4	3.3.3	3.4.2	3.5.1		8
1.1.8	1.2.7	1.3.6	1.4.5	1.5.4	1.6.3	2.1.7	2.2.6	2.3.5	2.4.4	2.5.3	2.6.2	3.1.6	3.2.5	3.3.4	3.4.3	3.5.2	3.6.1	9
1.1.9	1.2.8	1.3.7	1.4.6	1.5.5	1.6.4	2.1.8	2.2.7	2.3.6	2.4.5	2.5.4	2.6.3	3.1.7	3.2.6	3.3.5	3.4.4	3.5.3	3.6.2	10
1.1.10	1.2.9	1.3.8	1.4.7	1.5.6	1.6.5	2.1.9	2.2.8	2.3.7	2.4.6	2.5.5	2.6.4	3.1.8	3.2.7	3.3.6	3.4.5	3.5.4	3.6.3	11
1.1.11	1.2.10	1.3.9	1.4.8	1.5.7	1.6.6	2.1.10	2.2.9	2.3.8	2.4.7	2.5.6	2.6.5	3.1.9	3.2.8	3.3.7	3.4.6	3.5.5	3.6.4	12
1.1.12	1.2.11	1.3.10	1.4.9	1.5.8	1.6.7	2.1.11	2.2.10	2.3.9	2.4.8	2.5.7	2.6.6	3.1.10	3.2.9	3.3.8	3.4.7	3.5.6	3.6.5	13
1.1.13	1.2.12	1.3.11	1.4.10	1.5.9	1.6.8	2.1.12	2.2.11	2.3.10	2.4.9	2.5.8	2.6.7	3.1.11	3.2.10	3.3.9	3.4.8	3.5.7	3.6.6	14
1.1.14	1.2.13	1.3.12	1.4.11	1.5.10	1.6.9	2.1.13	2.2.12	2.3.11	2.4.10	2.5.9	2.6.8	3.1.12	3.2.11	3.3.10	3.4.9	3.5.8	3.6.7	15
1.1.15	1.2.14	1.3.13	1.4.12	1.5.11	1.6.10	2.1.14	2.2.13	2.3.12	2.4.11	2.5.10	2.6.9	3.1.13	3.2.12	3.3.11	3.4.10	3.5.9	3.6.8	16
1.2.15	1.3.14	1.4.13	1.5.12	1.6.11	2.1.15	2.2.14	2.3.13	2.4.12	2.5.11	2.6.10	3.1.14	3.2.12	3.3.12	3.4.11	3.5.10	3.6.9		17
1.3.15	1.4.14	1.5.13	1.6.12	2.2.15	2.3.14	2.4.13	2.5.12	2.6.11	3.1.15	3.2.14	3.3.13	3.4.12	3.5.11	3.6.12				18
1.4.15	1.5.14	1.6.13	2.3.15	2.4.14	2.5.13	2.6.12	3.2.15	3.3.14	3.4.13	3.5.12	3.6.11							19
1.5.15	1.6.14	2.4.15	2.5.15	2.6.13	3.3.15	3.4.14	3.5.13	3.6.12										20
1.6.15	2.5.15	2.6.14	3.4.15	3.5.14	3.6.13													21
2.6.15	3.5.15	3.6.14																22
3.6.15																		23
																		24

lităţi, trecerea unei soluţii de la categoria incompatibilă la categoria posibilă, ţinînd mai puţin de logic şi mai mult de intuiţie-inspiraţie, fenomene posibil a fi stimulate, dar nu şi determinate.

Revenind la freza frontală armată din fig.10.29, la o primă analiză, biasamblările:

- B_3C_3, ascuţire continuă (B_3) şi fixare mecanică în poziţie determinată direct de corp (C_3);
- B_3C_4, ascuţire continuă (B_3) şi fixare mecanică pe dinte demontabil în poziţie determinată faţă de corp , sînt incompatibile, întrucît ascuţirea continuă presupune rotirea plăcuţei sau a dintelui cu unghiul de aşezare transversal înainte de ascuţire, în timp ce fixarea mecanică asigură o poziţie unică a plăcuţei faţă de corp.

Într-un moment de inspiraţie, a apărut însă următorul raţionament: „Într-adevăr, nu este posibilă o rotire a plăcuţei cu un unghi de aşezare transversal de 10°-12° pentru a se asigura posibilitatea unei reascuţiri continue, prin amplasarea feţelor de aşezare în suprafeţe de revoluţie (conice, cilindrice sau plane), dar există posibilitatea de a roti plăcuţa cu 180° (a o da peste cap) inversînd suprafaţa de degajare cu suprafaţa de reazem, ceea ce conduce şi la o modificare a poziţiei feţei de aşezare în raport cu corpul: oare prin această modificare de poziţie, nu s-ar putea aduce feţele de aşezare în suprafeţe de revoluţie ascuţibile continuu?"

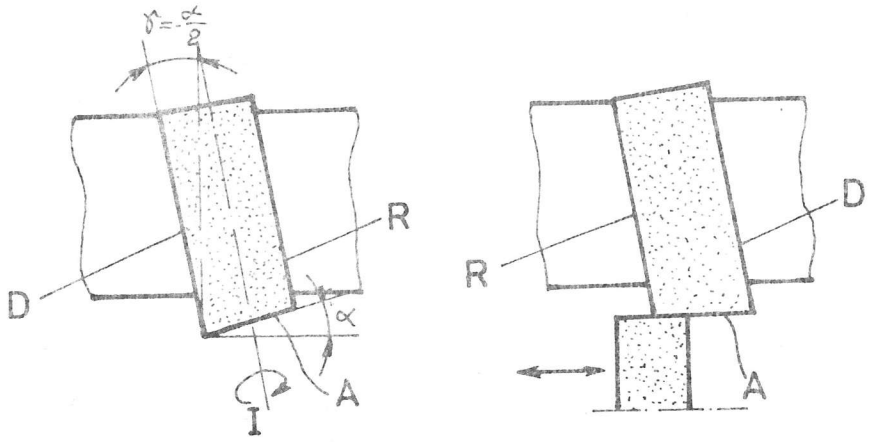


Figura 12.1

Printr-o analiză geometrică s-a găsit această soluţie, care constă în conformitate cu fig.12.1, în folosirea unor unghiuri de degajare γ negative, egale cu negativul jumătăţii unghiului de aşezare α.

$$\gamma = -\frac{\alpha}{2}$$

În felul acesta, în urma rotirii plăcuţei cu 180° (mişcarea I), suprafaţa de degajare D luînd locul suprafeţei de reazem R şi invers, faţa de aşezare A se amplasează într-o suprafaţă conică sau ca în fig.12.1, plană, deci cu unghiul de aşezare nul, ceea ce permite reascuţirea continuă.

Astfel, frezele cu plăcuţe schimbabile-nerecuperabile au putut să devină freze cu plăcuţe schimbabile-reascuţibile, un domeniu cu totul nou, care ar trebui să completeze un viitor obiect generalizat al creaţiei, concretizat în patru invenţii româneşti brevetate şi aplicate cu importante economii de material deficitar.

12.2.6. *Evidenţierea evaluarea şi critica variantelor existente*

După eliminarea soluţiilor ferm incompatibile şi evidenţierea celor aparent incompatibile, folosind obiectul generalizat şi listingul lexicografic sau obiectul generalizat şi matricele pe submorfologii, este necesară în primul rînd evidenţierea soluţiilor existente.

Folosind din nou obiectul generalizat pentru uşurarea vizualizării şi listingul general lexicografic, din care au fost eliminate soluţiile ferm incompatibile, se listează dintîi soluţiile existente.

În cazul frezei frontale armate generalizate din fig.10.29, soluţiile cunoscute sînt următoarele:

- $B_1C_1D_1$, $B_1C_1D_2$, $B_1C_1D_3$, plăcuţă lipită de corp (C_1) în locaş deschis (D_1), semiînchis (D_2) sau închis (D_3) cu ascuţire dinte cu dinte (B_1);

- $B_1C_2D_1$, $B_1C_2D_2$, $B_1C_2D_3$, plăcuţă lipită de dinte demontabil (C_2), în locaş deschis (D_1), semiînchis (D_2) sau închis (D_3) cu ascuţire dinte cu dinte;

- $B_1C_2D_4$, ascuţire dinte cu dinte (B_1) a unor plăcuţe lipite pe dinţi demontabili (C_2), fixaţi prin pană directă şi şurub (D_4);

- $B_1C_2D_5$, $B_1C_2D_6$, $B_1C_2D_7$, $B_1C_2D_8$, $B_1C_2D_9$, $B_1C_2D_{10}$, $B_1C_2D_{11}$, $B_1C_2D_{12}$, $B_1C_2D_{13}$, ascuţire dinte cu dinte (B_1) a unor plăcuţe lipite pe dinte demontabil (C_2), fixat de corp prin pană directă şi şurub diferenţial (D_5) pană inversă şi surub (D_6) pană U elastică şi şurub Walter (D_7) bridă şi şurub (D_8), pană cilindrică teşită şi şurub (D_9) pană conică-şurub (D_{10}), suprafaţă zimţată cu simplă înclinare şi pană longitudinală bătută (D_{11}), suprafaţă zimţată cu dublă înclinare şi pană longitudinală bătută (D_{12}), prin şurub şi gaură practicată în dinte (D_{13});

- $B_2C_3D_4$, $B_2C_3D_5$, $B_2C_3D_8$, $B_2C_3D_9$, $B_2C_3D_{10}$, $B_2C_3D_{13}$, plăcuţe schimbabile nerecuperabile (B_2) fixate direct de corp (C_3), prin pană şi şurub (D_4), prin pană şi şurub diferenţial (D_5), prin bridă (D_8), prin pană cilindrică teşită şi şurub diferenţial (D_9), prin şurub pană conică (D_{10}) sau prin şurub central (D_{13}) (soluţii Coromant, Walter, Fagersta, Ingersoll, Impero, I.S. Rîşnov, ISEH Focşani, Frezer etc.);

- $B_2C_4D_5$, $B_2C_4D_6$, $B_2C_4D_9$, $B_2C_4D_{10}$ plăcuţe schimbabile nerecuperabile (B_2) fixate mecanic pe dinţi demontabili ficşi (C_4) fixaţi prin pană şi şurub diferenţial (D_5),

pană inversă şi şurub (D_6), pană cilindrică teşită şi şurub (D_9) sau şurub-pană conică (D_{10}) soluţii folosite în special în întreprinderile constructoare din URSS;

- $B_3C_5D_{14}$, (Brevete rom 59323, 57841), ascuţire continuă (B_3) plăcuţă lipită pe dinte demontabil orientabil (C_5) poziţionare-fixare pe con (D_{14});

- $B_3C_6D_9$, (brevet rom 64726), ascuţire continuă (B_3) plăcuţă fixată mecanic pe dinte demontabil-orientabil (C_6), în locaş rigid cu pană cilindrică teşită şi şurub diferenţial (D_9).

Au fost deci identificate 28 soluţii cunoscute la data elaborării obiectului generalizat din fig.10.29 (anul 1975).

În felul acesta, din cele 270 soluţii - triasamblări, 28 sînt cunoscute, 138 sînt ferm incompatibile, iar 104 soluţii pot constitui tot atîtea baze pentru realizarea de noi invenţii în domeniu.

Pentru a delimita, din soluţiile posibile, pe cele mai eficiente, este necesar să se efectueze *o analiză inginerească, să se evalueze, să se depisteze tendinţa actuală, să se evidenţieze lipsurile generale ale tehnicii, pentru a se putea permite trecerea la următoarea etapă, care constă în restrîngerea şi concretizarea obiectivului creaţiei tehnice.*

Evaluarea variantelor existente se realizează prin metodologia expusă în capitolul *Informarea şi sinteza informaţiilor*, bazată pe tehnica „Deciziei impuse" din ingineria valorii, presupunînd parcurgerea a 6 faze de bază:

- listarea criteriilor de apreciere, atributelor (funcţiilor) obiectului creaţiei în ordinea obişnuită de importanţă;

- ponderarea criteriilor prin stabilirea coeficienţilor corespunzători de importanţă;

- reordonarea criteriilor după coeficienţi de importanţă;

- compararea soluţiilor reprezentative cunoscute prin prisma fiecărui criteriu şi stabilirea numerelor valorice pentru fiecare soluţie;

- reordonarea soluţiilor după numărul valoric şi stabilirea soluţiei optime şi a direcţiei actuale de dezvoltare a tehnicii în domeniu;

- critica tendinţei actuale a tehnicii.

Listarea criteriilor în ordinea lor firească poate fi realizată cu mare uşurinţă de un proiectant specializat în domeniu (căruia i se adresează în primul rînd metoda obiectului generalizat).

În acest sens, pentru o freză frontală armată (fig.10.29) criteriile de apreciere principale sînt:

1. Rezistenţa la uzură-durabilitatea, de care este direct legată viteza economică şi productivitatea, notată cu T.
2. Capacitatea de a aşchia uşor, cu forţe şi momente de aşchiere minime, notată cu P_z.
3. Precizia şi calitatea suprafeţei prelucrate, notată convenţional cu simbolul R_a;
4. Reparabilitatea la avarii - RA
5. Tehnologiciatea de ansamblu -TA
6. Comoditatea restabilirii calităţilor aşchietoare după uzură - CR.
7. Consum de material dur CMS - CM.

8. Preţul de cost - PC.

Enumerînd cele 8 criterii în ordinea obişnuită în construcţia sculelor aşchietoare, se compară două cîte două, obţinîndu-se D - decizii de forma 1-0, 0,5-0,5 sau 0-1 (tabelul 12.4), numărul de decizii fiind dat de relaţia cunoscută,

$$D = C_n^2 = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{8 \cdot 7}{2} = 28$$

Raportînd numărul de decizii pozitive N la numărul total de decizii D, se obţine coeficientul de importanţă al fiecărui criteriu, ceea ce conduce la o reordonare a acestora în conformitate cu tabelul 12.5.

Tabelul 12.5

Nr.	Criteriul	Coeficientul de importanţă
1	Rezistenţa la uzură - durabilitatea T	0,250
2	Comodit. res. calit. aşchietoare CR	0,160
3	Precizia şi rugozitatea R_a	0,143
4	Consumul de material dur CM	0,143
5	Reparabilitatea la avarii RA	0,125
6	Preţul de cost PC	0,072
7	Capacitatea de aşchiere PZ	0,0535
8	Tehnologicitatea de ansamblu TA	0,0535

Din cele 28 soluţii cunoscute, principial reprezentative sînt următoarele:

- B_1C_2, plăcuţe lipite pe dinţi demontabili şi ascuţire dinte cu dinte (13 combinaţii);
- B_2C_3, plăcuţe schimbabile-nerecuperabile, fixate de corp (6 combinaţii);
- B_2C_4, plăcuţe schimbabile-nerecuperabile fixate mecanic pe dinţi demontabili (6 combinaţii);
- B_3C_5, plăcuţă lipită pe dinte demontabil-orientabil cu ascuţire continuă;
- B_3C_6, plăcuţă fixată mecanic pe dinte demontabil orientabil cu ascuţire continuă.

Cele trei soluţii (B_1C_1), plăcuţe lipite de corp, cu ascuţire dinte cu dinte, au fost scoase din discuţie ca urmare a unor dezavantaje evidente, care au făcut ca în cursul ultimilor 25 de ani să fie aproape complet abandonate.

Tabelul 12.4

Nr.	Criteriul	Decizii																											Total decizii pozitive	Coeficient de importanță
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	N	N/D
1	T	1	1	1	1	1	1	1																						7	0,250
2	P_z	0							0.5	0.5	0.5	0	0	0	0.5	1	0.5	0.5	1											1,5	0,0535
3	R_a		0						0.5						0.5					1	0.5	0.5	0.5							4	0,143
4	RA			0						0.5						0				0				0	0.5	0.5	0.5	1		3,5	0,125
5	TA				0						0.5						0.5				0.5			1			0.5		1	1,5	0,0535
6	CR					0						1						0.5				0.5			0.5			0	0	4,5	0,160
7	CM						0						1						0				0.5			0.5				4	0,143
8	PC							0						1																2	0.072

Cele cinci soluţii reprezentative se compară din punctul de vedere al fiecărui criteriu, se stabilesc deciziile D_1D_2 ... D_8 şi apoi numerele valorice pentru fiecare soluţie, după relaţia dată în capitolul de informare şi sinteza informaţiilor (tabelul 12.6).

$$N_v = \frac{0{,}250D_T + 0{,}160D_{CR} + 0{,}143D_{Ra} + 0{,}143D_{CM} + 0{,}125D_{RA} + 0{,}072D_{PC} + 0{,}0535D_{PT} + 0{,}535D_{TA}}{10}$$

În conformitate cu tabelul 12.6, numerele valorice ale celor cinci soluţii reprezentative, sînt în ordine:

- $N_{v1} = 0{,}16263$ - pentru plăcuţă lipită pe dinte demontabil şi ascuţire dinte cu dinte
- $N_{v2} = 0{,}17047$ - pentru plăcuţă schimbabilă nerecuperabilă fixată de corp
- $N_{v3} = 0{,}17047$ - pentru plăcuţă schimbabilă nerecuperabilă fixată pe dinte demontabil
- $N_{v4} = 0{,}23660$ - pentru plăcuţă lipită pe dinte demontabil orientabil, cu ascuţire continuă
- $N_{v5} = 0{,}25983$ - pentru plăcuţă fixată mecanic pe dinte demontabil orientabil cu ascuţire continuă.

Soluţia de valoare minimă este B_1C_2 - plăcuţă lipită pe dinte demontabil fix cu ascuţire dinte cu dinte, ca urmare a unor dezavantaje nete sub aspectul comodităţii restabilirii calităţilor aşchietoare, necesitînd utilaje speciale, semiautomate, cu un important consum de manoperă la reascuţire. De asemenea, soluţia este dezavantajoasă din punctul de vedere al criteriului R_a al calităţii suprafeţei prelucrate. De aceea se şi constată pe plan mondial o restrîngere evidentă a producţiei de astfel de scule.

Tocmai din tendinţa de a elimina astfel de dezavantaje de bază au apărut soluţiile cu plăcuţe schimbabile nerecuperabile, fixate pe corp (B_2C_3) sau pe dinţi demontabili (B_2C_4) la care restabilirea calităţilor aşchietoare se face simplu, prin rotirea plăcuţelor schimbabile şi după *n* rotiri (*n* fiind numărul de vîrfuri active) prin înlocuirea întregului set, iar îmbunătăţirea calităţii suprafeţei frezate prin folosirea unor plăcuţe speciale „măturătoare".

Dar şi aceste soluţii, aproape generalizate la marile unităţi producătoare de freze frontale armate, I.S.Rîşnov, Walter, Coromat, Fagersta, Ingersoll, Valenite, Impero etc. prezintă în conformitate cu tabelul 12.6, importante slăbiciuni:

- un consum exagerat de carburi metalice sinterizate (criteriul CM), care în condiţiile crizei mondiale energetice şi de materii prime (CW, CTi, CO) reprezintă un dezavantaj hotărîtor;
- o tehnologicitate de ansamblu redusă, necesitînd prelucrări pretenţioase şi foarte precise (criteriul TA).

12.2.7. *Restrîngerea obiectului creaţiei tehnice*

Pentru eliminarea acestor dezavantaje, au apărut în anii 1967-1968 freza Vanek-Polak-brevet RSC 114699 [10] şi prima freză Romascon, cu orientare simultană

Tabelul 12.6

Soluţia	Decizii după criteriul T										D_T	$0,125D_T$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0,05
B_2C_3	0,5				0,5	0,5	0,5				2	0,05
B_2C_4		0,5			0,5			0,5	0,5		2	0,05
B_3C_5			0,5			0,5		0,5		0,5	2	0,05
B_3C_6				0,5			0,5		0,5	0,5	2	0,05
	Decizii după criteriul RA										D_{RA}	$0,125D_{RA}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0,5	0,5	1	0,5							2,5	0,03125
B_2C_3	0,5				0,5	1	0,5				2,5	0,03125
B_2C_4		0,5			0,5			1	0,5		2,5	0,03125
B_3C_5			0			0	0	0		0	0	0
B_3C_6				0,5			0,5		0,5	1	2,5	0,03125
	Decizii după criteriul CR										D_{CR}	$0,16D_{CR}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0	0	0	0							0	0
B_2C_3	1				0,5	0,5	0,5				2,5	0,04
B_2C_4		1			0,5			0,5	0,5		2,5	0,04
B_3C_5			1			0,5		0,5		0,5	2,5	0,04
B_3C_6				1			0,5		0,5	0,5	2,5	0,04

a dinţilor pentru reascuţire, brevet românesc 59323 [11], ambele însă fără viabilitate, ca urmare a complexităţii constructiv-tehnologice. Dar din soluţia noastră de bazare pe coadă

Tabelul 12.6 (continuare)

Soluţia	Decizii după criteriul PC										D_{PC}	$0,072D_{PC}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0,0144
B_2C_3	0,5				0,5	0	0				1	0,0072
B_2C_4		0,5			0,5			0	0		1	0,0072
B_3C_5			0,5			1		1		0,5	3	0,0216
B_3C_6				0,5			1		1	0,5	3	0,0216
	Decizii după criteriul R_a										D_{Ra}	$0,143D_{Ra}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0	0	0	0							0	0
B_2C_3	1				0,5	0	0				1,5	0,0215
B_2C_4		1			0,5			0	0		1,5	0,0215
B_3C_5			1			1	0	1		0,5	3,5	0,05
B_3C_6				1			1		1	0,5	3,5	0,05
	Decizii după criteriul PZ										D_{PZ}	$0,053D_{PZ}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	0,5	0,5	0,5	0,5							2	0
B_2C_3	0,5				0,5	0,5	0,5				2	0,0107
B_2C_4		0,5			0,5			0,5	0,5		2	0,0107
B_3C_5			0,5			0,5		0,5		0,5	2	0,0107
B_3C_6				0,5			0,5		0,5	0,5	2	0,0107

conică a dinţilor demontabili, asociată cu pozitionările la rotaţie prin ştiftul radial şi canal frezat în corp, au rezultat 6 brevete viabile [12], [13], [14], [15], [16], [17] de freze

Tabelul 12.6 (continuare)

Soluţia	Decizii după criteriul CM										D_{CM}	$0,143D_{CM}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10
B_1C_2	1	1	0,5	0,5							3	0,0429
B_2C_3	0				0,5	0	0				0,5	0,00715
B_2C_4		0			0,5			0	0		0,5	0,00715
B_3C_5			0,5			1		1		0,5	3	0,0429
B_3C_6				0,5			1		1	0,5	3	0,0429
	Decizii după criteriul TA										D_{TA}	$0,0535D_{TA}$	Număr valoric
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		10	
B_1C_2	1	1	1	0,5							2,5	0,01338	0,16263
B_2C_3	0				0,5	0	0				0,5	0,00267	0,17047
B_2C_4		0			0,5			0	0		0,5	0,00267	0,17047
B_3C_5			0			1	0	1		1	4	0,0214	0,23660
B_3C_6				0,5			1		1	0	2,5	0,01338	0,25983

Romascon cu plăcuţe lipite, produse în serie în trei întreprinderi şi folosite în alte peste 120 de întreprinderi din România ($B_3C_5D_{14}$) şi un brevet de freză cu plăcuţe demontabile pe dinţi demontabili cu ascuţire continuă [18] ($B_3C_6D_9$).

Aşa cum rezultă din tabelul 12.6, cifra valorilică a soluţiei B_3C_6 - 0,25983 este superioară celei a soluţiei B_3C_5 - 0,23660, în special ca urmare a unei superiorităţi nete în ceea ce priveşte criteriul RA - capacitatea de reperare a avariilor (ruperii plăcuţei).

La rîndul său, soluţia B_3C_6 prezintă o valoare mai redusă (0,01338) sub aspectul criteriului tehnologicităţii de ansamblu (TA) decît soluţia B_3C_5.

Se pot extrage astfel următoarele concluzii generale privind orientarea creaţiei în domeniul frezelor frontale armate:

a. crearea de noi freze frontale armate cu plăcuţe brazate pe dinţi demontabili-orientabili (B_3C_5) cu fiabilitate sporită, în vederea reducerii la maxim a avariilor;

b. crearea de noi freze frontale armate cu plăcuţe fixate mecanic, simplificate constructiv-tehnologic (B_3C_6);

c. abandonarea soluţiilor cu plăcuţe nerecuperabile B_2C_3 şi B_2C_4 ca neeconomice, conducînd la risipă de CMS şi nejustificate astăzi, întrucît cauza care a condus la utilizarea acestora - incomoditatea şi manopera ridicată la reascuţire - a dispărut prin soluţia ascuţirilor-reascuţirilor continue.

Numai prin dezvoltarea soluţiei B_3C_6, precum şi a soluţiei aparent incompatibile B_3C_3 (tabelul 12.3) s-au obţinut şi aplicat industrial două brevete de freze cu dinţi demontabili armaţi cu plăcuţe fixate mecanic cu ascuţire continuă [19], [20] şi alte şase înregistrări la Oficiul de Stat pentru Invenţii şi Mărci.

12.2.8. *Analiza inginerească a variantelor constructiv-funcţionale tehnologice posibile*

Plecînd de la toate combinaţiile posibile $B_3C_6D_r$ vizualizate în obiectul generalizat din fig. 10.29, cele incompatibile fiind deja eliminate, se pot enumera următoarele soluţii posibile:

- $B_3C_6D_4$, plăcuţă fixată cu pană-şurub pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_6$, plăcuţă fixată cu pană inversă-şurub pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_7$, plăcuţă fixată cu pană U elastică-şurub, pe dinte demontabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_8$, plăcuţă fixată mecanic cu bridă-şurub pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_9$, plăcuţă fixată cu pană cilindrică teşită-şurub diferenţial pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_{10}$, plăcuţă fixată prin şurub-cap conic pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_{11}$, plăcuţă zimţată posterior, dublu înclinată, fixată prin pană longitudinală pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_{13}$, plăcuţă găurită fixată prin şurub pe dinte orientabil cu ascuţire continuă;
- $B_3C_6D_{15}$, plăcuţă fixată pe dinte conic orientabil, în locaş elasticizat.

Toate cele 11 combinaţii pot reprezenta tot atîtea revendicări principale şi noi invenţii, îndeplinind ferm atributul de bază al unei creaţii tehnice - originalitatea.

La data elaborării obiectului generalizat din fig. 10.29, numai soluţia $B_3C_6D_9$, care ne aparţine, era brevetată - brevet rom. 64726 [18]. În vederea contracarării concurenţei pe piaţa mondială unele firme, în special firmele japoneze, *brevetează toate soluţiile noi posibile*, chiar dacă nu aplică decît o mică parte dintre acestea, realizînd prin aceasta două obiective importante:

- blocarea completă a concurenţei faţă de noutăţile din domeniu;
- asigurarea superiorităţii şi şocului noutăţii pentru mărfurile proprii.

Pentru abordarea inginerească comparativă a noilor soluţii este necesară precizarea unui atribut specific pe care trebuie să-l îndeplinească soluţiile B_3C_6 - posibilitatea avansării plăcuţei în vederea reascuţirilor. Modul de rezolvare tehnică a acestei condiţii va constitui de regulă cea de a doua revendicare a invenţiei corespunzătoare.

Pentru înţelegerea problemei, se prezintă în continuare unele detalii constructiv-funcţionale ale invenţei $B_3C_6D_9$ brevet rom. 64726, cunoscută la data elaborării obiectului generalizat din fig.10.29.

Plăcuţa dreptunghiulară 1, de tip C, se poziţionează în canalul *a*, practicat în corpul dintelui tronconic 2 şi este blocată prin intermediul unei pene cilindrice teşite 3 şi a unui şurub diferenţial 4, înşurubat cu porţiunea *b* cu pas mic în pana 3, iar cu cea cu pas mare *c*, în corpul dintelui 2 (fig.12.2).

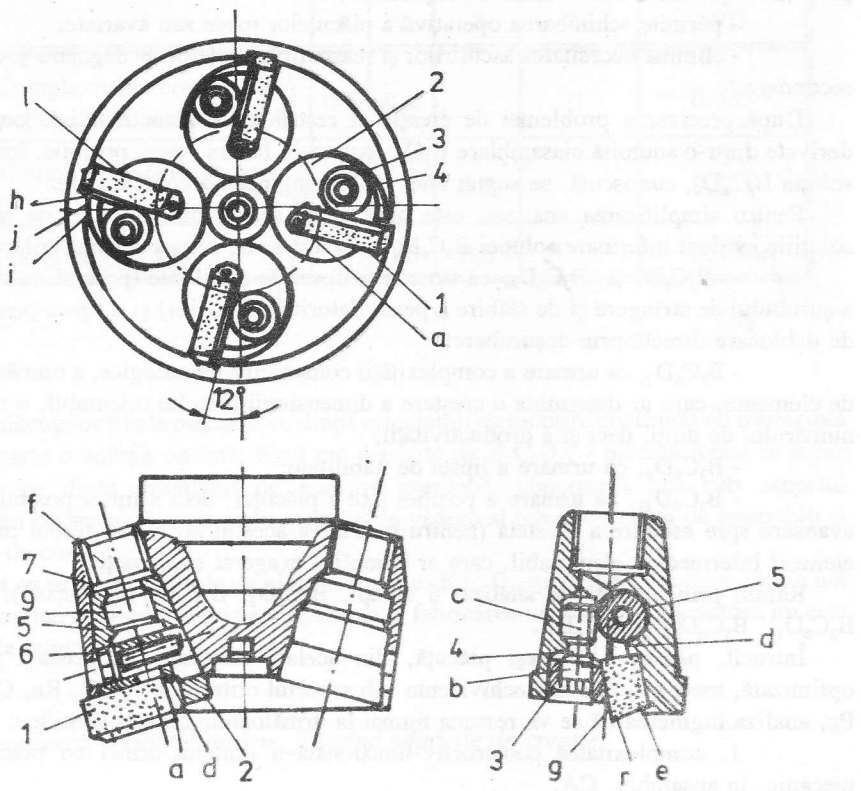


Figura 12.2

Pe măsura uzurii şi reascuţirii corespunzătoare, plăcuţa 1 este avansată pe direcţie radială, după slăbirea prealabilă a penei 3, sub acţiunea unei piuliţe 5, prevăzută cu un pinten *d* şi a unui şurub captiv 6.

Pentru mărirea gradului de fiabilitate al construcţiei, plăcuţa are un singur grad de libertate, canalul fiind prevăzut cu un umăr *e*, frezat în corpul dintelui 2. Blocarea şi deblocarea dintelui 2 se realizează prin intermediul şurubului diferenţial 7, cu porţiunea *f*, de pas mic, înşurubată în corpul 8 al frezei, iar cu porţiunea *g*, de pas mare, înşurubată în corpul dintelui.

Pentru ascuţirea feţelor de aşezare, care se practică după schema obişnuită pentru reascuţirea frezelor Romascon, suprafaţa de degajare *h* a plăcuţei se reazemă pe suprafaţa *i* a canalului *j*, frezat în corpul frezei, iar pentru lucru, suprafaţa de bazare 1, a plăcuţei se reazemă pe suprafaţa *k* a aceluiaşi canal.

Prototipul construit şi experimentat în două variante (cu unghi de degajare pozitiv şi cu unghi de degajare negativ), a dat satisfacţie, prezentînd următoarele avantaje de bază:

- asigură un număr mare de reascuţiri, corespunzător la 2/3 din lungimea plăcuţei C şi deci o durată mare de exploatare;
- permite schimbarea operativă a plăcuţelor uzate sau avariate;
- elimină necesitatea ascuţirilor şi reascuţirilor feţelor de degajare şi de aşezare secundare.

După precizarea problemei de creaţie şi restrîngerea obiectivului la combinaţiile derivate dintr-o anumită biasamblare B_3C_6, toate cele 10 noi soluţii posibile, împreună cu soluţia $B_3C_6D_9$, cunoscută, se supun unei analize inginereşti comparative.

Pentru simplificarea analizei, este bine să se scoată din discuţie, de la început, soluţiile evident inferioare soluţiei $B_3C_6D_9$. În acest sens, se pot elimina soluţiile:

- $B_3C_6D_4$ şi $B_3C_6D_6$, ca urmare a lipsei de fiabilitate (pericol de deşurubare a şurubului de strîngere şi de slăbire a penei datorită vibraţiilor) şi a lipsei posibilităţilor de deblocare directă prin deşurubare;
- $B_3C_6D_7$, ca urmare a complexităţii constructiv-tehnologice, a numărului mare de elemente, care ar determina o creştere a dimensiunii dintelui orientabil, o reducere a numărului de dinţi, deci şi a productivităţii;
- $B_3C_6D_8$, ca urmare a lipsei de fiabilitate;
- $B_3C_6D_{13}$, ca urmare a poziţiei fixe a plăcuţei, deci a lipsei posibilităţilor de avansare spre ascuţire a acesteia (pentru realizarea acestui atribut ar trebui introdus un element intermediar, deplasabil, care ar complica exagerat construcţia).

Rămîn prin urmare de analizat 6 soluţii, $B_3C_6D_5$, $B_3C_6D_9$ (cunoscută), $B_3C_6D_{10}$, $B_3C_6D_{11}$, $B_3C_6D_{12}$ şi $B_3C_6D_{15}$.

Întrucît, pentru o aceeaşi plăcuţă, din acelaşi material, cu aceeaşi geometrie optimizată, toate soluţiile sînt echivalente sub aspectul criteriilor T, CR, Ra, CM, RA şi Pz, analiza inginerească se va rezuma numai la următoarele criterii specifice:

1. complexitatea constructiv-funcţională a dintelui armat cu plăcuţă fixată mecanic, în ansamblu, CA;
2. tehnologicitatea de ansamblu a dinţilor, TA;
3. preţul de cost, PC.

Pentru stabilirea coeficientului de importanţă şi reordonarea celor trei criterii, se foloseşte metoda deciziei impuse (tabelul 12.7).

Se constată un acelaşi coeficient de importanţă 0,333, pentru cele trei criterii specifice.

Pentru compararea celor 6 soluţii, stabilirea numărului valoric şi reordonarea acestora în vederea depistării soluţiei optime, se foloseşte în continuare tabelul 12.8 specific ingineriei valorii.

Reordonînd soluţiile după numărul valoric, se obţine tabelul 12.9 din care rezultă că soluţia $B_3C_6D_9$ apărută ca invenţie spontană, care a determinat orientarea spre B_3C_6

Tabelul 12.7

Nr. crt.	Criteriul	Decizii			Total decizii pozitive	Coeficientul de importanţă
		1	2	3	N	N/D
1	Complexitatea constructiv - funcţională de ansamblu CA	0.5	0.5		1	0,333
2	Tehnologicitate de ansamblu TA	0.5		0.5	1	0,333
3	Preţul de cost PC		0.5	0.5	1	0,333

(folosirea plăcuţelor fixate mecanic cu dinţii orientabili cu ascuţire continuă) nu reprezintă nici pe departe o soluţie optimă, fiind net depăşită de $B_3C_6D_{15}$ - plăcuţă fixată în locaş elasticizat, pe dinte orientabil cu ascuţire continuă, superioară atît sub aspectul complexităţii de ansamblu, cît şi din punctul de vedere al tehnologicităţii de ansamblu şi al preţului de cost.

În ceea ce priveşte soluţiile cu plăcuţe zimţate, $B_3C_6D_{11}$ şi $B_3C_6D_{12}$, acestea rămîn net inferioare numai în condiţiile în care tipizarea şi fabricarea centralizată a acestora nu este încă pusă la punct.

12.2.9. *Detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creaţie*

Concretizînd soluţia optimă $B_3C_6D_{15}$, prin conceperea-concretizarea sistemului de reglare a poziţiei şi de avansare a plăcuţei pentru reascuţire, s-a obţinut brevetul românesc nr.64729. Ca tehnică de bază s-a folosit extrapolarea; în acest sens, dinţele conic elasticizat reprezintă o extrapolare a dintelui pană U-elastică (Walter) cu o creştere a tehnologicităţii, prin schimbarea formei acesteia, în pană conică. De asemenea, folosirea şurubului 5 cu piuliţă cu pinten c (extractor) este extrapolată şi adoptată dintr-o soluţie cunoscută în organe de maşini.

Subliniem, în special, rolul extrapolării în detalierea constructiv-funcţională a noii soluţii; este suficient de amintit că întregul sistem de freze frontale armate Romascon a rezultat din extrapolarea soluţiei rotirii dinţilor în jurul axei proprii, cunoscută la frezele VNII-URSS, cu ascuţire continuă, şi că, la rîndul său, noul sistem de freze melc modul româneşti, elaborat de dr.ing.Valeriu Georgescu de la Universitetea din Galaţi, a rezultat din extrapolarea de la frezele Romascon a sistemului de poziţionare-fixare pe con-ştift

Tabelul 12.8

Soluţia	Decizii după criteriul CA															D_{CA}	$0,333D_{CA}$ / 15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
$B_3C_6D_5$	0	0	0,5	0,5	0											1	0,02222
$B_3C_6D_9$	1					0,5	0,5	0,5	0							2,5	0,05560
$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				0,5	0,5	0				2,5	0,05560
$B_3C_6D_{11}$			0,5				0,5			0,5			0,5	0		2	0,04444
$B_3C_6D_{12}$				0,5				0,5			0,5		0,5		0	2	0,04444
$B_3C_6D_{15}$					1				1			1		1	1	5	0,11120
	Decizii după criteriul TA															D_{TA}	$0,333D_{TA}$ / 15
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
$B_3C_6D_5$	0	0	1	1	0											2	0,04444
$B_3C_6D_9$	1					0,5	1	1	0							3,5	0,07777
$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				1	1	0,5				4	0,08888
$B_3C_6D_{11}$			0				0			0			0,5	0		0,5	0,01111
$B_3C_6D_{12}$				0				0			0		0,5		0	0,5	0,01111
$B_3C_6D_{15}$					1				1			0,5		1	1	4,5	0,10009
	Decizii după criteriul PC															D_{PC}	$0,333D_{PC}$ / 15	N_V
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
$B_3C_6D_5$	0	0	1	1	0											2	0,04444	0,1111
$B_3C_6D_9$	1					0,5	1	1	0							3,5	0,07777	0,2111
$B_3C_6D_{10}$		1				0,5				1	1	0				3,5	0,07777	0,2222
$B_3C_6D_{11}$			0				0			0			0,5	0		0,5	0,01111	0,0666
$B_3C_6D_{12}$				0				0			0		0,5		0	0,5	0,01111	0,0666
$B_3C_6D_{15}$					1				1			1		1	1	5	0,11120	0,3224

radial, canal frezat în corp, cu o eficienţă deosebită în ceea ce priveşte posibilităţile de optimizare şi de creştere a productivităţii danturării.

Pentru înţelegerea soluţiei $B_3C_6D_{15}$ -concretizată, aceasta este reprezentată în figura 12.3

Noua construcţie este mult simplificată şi constă în următoarele: plăcuţa dreptunghiulară 1, de tip C, se poziţionează într-un canal *a*, practicat în corpul dintelui tronconic 2, fiind asigurată blocarea prin elasticizarea dintelui şi tragerea acestuia cu piuliţa 3, a cărei deplasare axială este împiedicată de gulerul *b* al corpului frezei 4. Pe măsura uzurii şi reascuţirilor corespunzătoare, plăcuţa 1 este avansată pe direcţie radială, după deblocarea dintelui din locaşul său tronconic, acţionînd asupra piuliţei 3 cu ajutorul unui şurub 5 şi al unei piuliţe prevăzute cu un pinten *c*. Mărirea gradului de fiabilitate este asigurată de un umăr *d*, frezat în corpul dintelui 2, plăcuţa avînd un singur grad de libertate, cel de pe direcţia radială.

Pentru ascuţirea suprafeţelor de aşezare, care se execută după schema obişnuită de reascuţire a frezelor Romascon, suprafaţa de degajare a plăcuţei dure se reazemă pe suprafaţa *e* a canalului *f*, executat în corpul frezei sub un unghi de 15 grade, iar pentru

Tabelul 12.9

Nr. crt.		Soluţia	Numărul valoric N_v
1	$B_3C_6D_{15}$	- plăcuţă fixată mecanic în locaş elasticizat pe dinte demontabil conic	0,3224
2	$B_3C_6D_{10}$	- plăcuţă fixată prin şurub-cap conic pe dinte demontabil orientabil	0,2222
3	$B_3C_6D_9$	- plăcuţă fixată prin pană cilindrică teşită, şurub diferenţial pe dinte demontabil	0,2111
4	$B_3C_6D_5$	- plăcuţă fixată cu pană-şurub diferenţial pe dinte demontabil	0,1111
5	$B_3C_6D_{11}$	- plăcuţă zimţată fixată prin pană pe dinte demontabil	0,0666
6	$B_3C_6D_{12}$	- plăcuţă zimţată dublu înclinată, fixată prin pană pe dinte demontabil	0,0666

lucru, spatele plăcuţei se reazemă pe suprafaţa radială *g* a aceluiaşi canal.

Prototipurile construite şi experimentate au fost ascuţite în două variante: pentru prelucrarea suprafeţelor plane deschise şi pentru prelucrarea suprafeţelor de colţ. Rezultatele pozitive, realizate cu primele prototipuri, au condus la omologarea şi producţia de serie la atelierul de producţie pilot al Catedrei de maşini-unelte şi scule a Institutului Politehnic Iaşi, a cinci tipodimensiuni de bază. La omologare, s-a renunţat la umărul (netehnologic) în favoarea unui şurub şi a unei bride elastice.

Folosirea metodelor logice-analitice-deductive de creaţie nu exclude posibilitatea combinării acestora cu metodele şi tehnicile psihologice-intuitive expuse în capitolul precedent. Chiar şi în exemplul urmărit, analiza logică a condus la concluzia că submorfologiile B_3C_3 şi B_3C_4 sînt incompatibile, ca urmare a incompatibilităţii poziţiei fixe a plăcuţei în corp sau a dintelui în care aceasta se fixează, cu ideea ascuţirii continue, care presupune rotirea cu unghiul de aşezare transversal, înainte de reascuţire.

Un moment de inspiraţie - iluminare, combinat cu o tehnică intuitiv-logică denumită inversie, a permis totuşi valorificarea acestor incompatibilităţi (aşa cum s-a prezentat în paragraful 12.2.5) prin întoarcerea „peste cap" cu 180° a plăcuţelor, inversînd suprafaţa de degajare cu suprafaţa de reazem, rezultînd, pe această bază, patru invenţii viabile aplicate industrial.

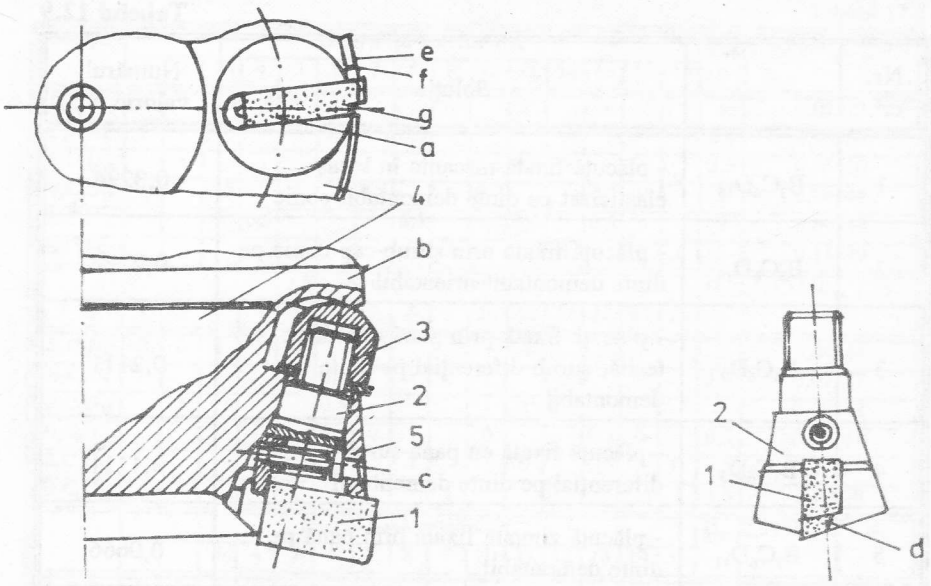


Figura 12.3.a 12.3.b

Noul sistem analitic-logic-deductiv de abordare a creaţiei tehnice reprezintă însă şi importante implicaţii în sistemul de transmitere a cunoştinţelor tehnice către viitorii ingineri.

Încheierea fiecărui capitol de specialitate, care reprezintă diferitele utilaje (organe de maşini, scule, dispozitive, verificatoare, mecanisme, maşini-unelte, motoare, turbine, maşini agricole, cuptoare, prese, laminoare, maşini textile etc.)cu prezentarea fie a obiectului generalizat al stadiului la zi al tehnicii în domeniu, fie cel puţin cu diagrama şi matricea morfologică a ideilor, ar avea efecte pozitive nu numai în crearea unei viziuni globale, ci ar deschide şi perspective în ceea ce priveşte domeniile abordabile de creaţie tehnică, cu posibilitaţi maxime de aplicabilitate şi eficienţă; este evident că profesorul titular al cursului de specialitate este cel mai în măsură să elaboreze obiectul generalizat, să formuleze criticile de bază asupra stadiului actual al tehnicii în domeniu şi să deschidă viitorilor specialişti ferestrele spre creaţia tehnică.

12.3. Metoda maşinizată de creaţie tehnică [21]

Logicizarea şi scientizarea proceselor creative în tehnică, precum şi elaboraea unor tehnici şi metode logice-combinatorice, a permis creşterea substanţială a determinismului

căutărilor creative, dar în acelaşi timp, presupunînd o baleiere completă a spaţiului soluţiilor existente, a celor posibile, selectarea celor eficiente şi analiza expertă a acestora, determină o amplificare în aşa măsură a volumului de muncă, încît timpul căutărilor se prelungeşte cu mult peste cel operant, iar un creier uman este pus în imposibiltatea, uneori, de a rezolva problema de căutare chiar şi într-o viaţă întreagă.

Marile progrese, realizate în epoca modernă în dezvoltarea proiectării asistată de calculatorul electronic, au permis automatizarea aproape în întregime a problemelor de calcul ingineresc, de căutare a informaţiilor, de optimizare a parametrilor unor soluţii tehnice elaborate, elaborarea desenelor şi a documentaţiei tehnologice etc., cu excepţia sintezei unor soluţii originale superioare. Această din urmă problemă a găsit în ultimii ani însă, unele rezolvări convingătoare şi de perspectivă, care să permită şi automatizarea căutărilor creative - folosirea inteligenţei artificiale în creaţia tehnică.

Metoda maşinizată de creaţie tehnică, pusă la punct de colectivul A.I.Polovinkin [21], presupune rezolvarea următoarelor patru probleme de bază:

1. Descrierea funcţiilor sistemului tehnic şi a elementelor sale; construirea structurii funcţionale, prezentate în par. 3.5.1.
2. Sinteza principiilor fizice de funcţionare a sistemului tehnic.
3. Structurarea fondului informaţional al sintezei soluţiilor tehnice.
4. Sinteza soluţiilor tehnice

12.3.1. ***Sinteza calitativă a principiilor fizice de funcţionare*** se bazează pe folosirea fondului efectelor fizice prezentate calitativ ca în tabelul 11.3 şi în anexa 4. Informaţia iniţială pentru sinteza calitativă a principiilor fizice de funcţionare pe maşinile electronice de calcul reprezintă descripţia funcţiilor sistemului tehnic dat după formula $F = (N \rightarrow R)$ unde N corespunde acţiunii fizice iniţiale A_i, iar R rezultatul final C_n,

$$F = (A_i \rightarrow C_n)$$

Sinteza debutează cu încercarea de a realiza funcţiile cu ajutorul unor structuri elementare, folosind un singur efect fizic, care asigură transformarea A_i în C_n. Într-o a doua etapă, se construiesc structuri liniare constituite din lanţuri de efecte fizice compatibile. Dacă nici acest demers nu se soldează cu un rezultat pozitiv, se construiesc structurile liniare ale subansamblelor funcţional separate (noduri funcţionale) care apoi se cumulează într-o structură-reţea de tipul celei reprezentate în figura 3.5.

Se prezintă în continuare *bazele teoretico-algoritmice ale metodei de sinteză calitativă a principiilor fizice de funcţionare* [21].

Problema de sinteză se formulează în felul următor:

Fie mulţimea finită a efectelor fizice, care este confruntată cu graful organizaţional König [23], $G = (X', X'', U)$, unde vîrfurilor din X' corespund obiectele fizice B, iar vîrfurilor din X'', acţiunile de intrare sau efectele de ieşire A,C (din relaţia W = ABC).

Graful G are arce din $x \in X''$ în $y \in Y'$, dacă x corespunde acţiunii de intrare referitoare la obiectul fizic y şi arce din $y \in X'$ în $x \in X''$, dacă vîrful x corespunde efectului de ieşire raportat la obiectul fizic y.

Dacă pentru oricare vîrf $x \in X''$, pe perechile de arce (u,v), dintre care unul intră în x, iar altul iese din x, este definit un predicat $\Delta(u,v) = 0,1$ şi dacă $\Delta(u,v) = 1$, atunci

efectul fizic a cărui acţiune de ieşire este vîrful x este compatibil şi poate fi reunit cu efectul fizic pentru care x apare ca acţiune de intrare; în caz contrar, $\Delta(u,v) = 0$.

Calea simplă $x_0u_1x_1u_2...u_ix_iu_{i+1}...x_{l-1}u_lx_l$ se consideră corectă, dacă pentru orice vîrf component $x \in X''$, este respectată condiţia de compatibilitate $\Delta(u_i,u_{i+1}) = 1$.

Se presupune că în graful G există două vîrfuri $x_0y_0 \in X'$ astfel încît din x_0 iese, iar în y_0 intră numai un singur arc.

Drept soluţie $D(x_0,y_0)$ se va denumi mulţimea tuturor căilor simple, corecte, care se bucură de proprietăţile:

- o cale simplă corectă oarecare $x_0,u_1,x_1...u_l,x_l = y_0$ intră în soluţie;
- dacă vîrful $x \in X'$ intră în calea cuprinsă în soluţie, atunci pentru fiecare arc *v* care intră în x este necesar să fie inclusă în soluţie una din căile simple, corecte, care încep în vîrful x şi se termină prin arcul *v*.

Se pot formula în felul acesta următoarele două probleme de bază:

- În graful G, fiind impuse vîrfurile x_0, y_0, să se găsească toate soluţiile $D(x_0,y_0)$.
- În ipoteza că pe arcele grafului G este depistată o funcţie aditivă, să se găsească în G, în condiţiile unor vîrfuri impuse x_0, y_0 o soluţie care să minimizeze acestă funcţie.

Pentru rezolvarea primei probleme a fost eleaborat un algoritm care sintetizează mulţimea soluţiilor sub forma unui arbore ŞI-SAU, iar rezolvarea celei de a doua probleme este posibilă prin intermediul relaţiilor recursive pentru funcţia aditivă de pe arborele construit.

12.3.2. ***Algoritmul elaborării mulţimii de soluţii*** se realizează prin baleierea grafului G, prin metoda „dintîi pe adîncime" începînd cu vîrful y_0. În procesul de baleiere, se construieşte arborele ŞI-SAU al soluţiilor posibile, a cărui rădăcină este vîrful y_0. Arborele se construieşte şi de dezvoltă pînă cînd tuturor vîrfurilor suspendate nu le va corespunde vîrful x_0 al grafului G.

Vîrfurile arborelui, corespunzătoare vîrfurilor din X', joacă rolul de vîrfuri ŞI, iar restul de vîrfuri SAU. Algoritmul asigură şi determinarea puterii mulţimii soluţiilor şi presupune parcurgerea următorilor paşi:

1. $Z_{[P]} = Z_{[P]} + 1$
2. Dacă $Z_{[P]} > \alpha(x)$, se trece la pasul 10; $\alpha(x)$ fiind numărul de arce intrînd în vîrful x.
3. $y = R(x,Z_{[P]})$; de inclus şi vîrful y în arbore; R(x,i) fiind o astfel de procedură a alegerii vîrfului y, încît din y în x să treacă un arc, iar pentru vîrful x, acest arc să aibă numărul *i* (între toate arcele care intră în x).
4. Dacă vîrful y a mai fost întîlnit pe calea de la rădăcină la x, se trece la pasul 7.
5. Dacă $x \in X'$, se trece la pasul 8.
6. Verificarea condiţiei de întîlnire a arcelor cu care s-a intrat în x şi α; dacă aceasta se confirmă, se trece la pasul 8.
7. Notarea cu „oprit" a vîrfului y în arbore şi trecerea la pasul 1.

8. Dacă $y = x_0$, se înscrie greutatea 1 pentru vîrful y şi se trece la pasul 1.

9. $x := y$ $p := p+1$, se trece la pasul 1.

10. Calculul $\beta(x)$ a numărului de vîrfuri-receptori interzişi ai vîrfului y.

11. Dacă $x \in X'$, se trece la pasul 14.

12. Dacă $\beta(x) \neq \alpha(x)$, se înscrie vîrfului din arbore o greutate egală cu suma greutăţilor vîrfurilor-receptori neinterzişi şi se trece la pasul 15.

13. Notarea cu interzis a vîrfului x şi trecerea la pasul 15.

14. Dacă $(x) = 0$, se înscrie vîrfului x o greutate egală cu produsul greutăţilor vîrfurilor-receptori şi se trece la pasul 15. În caz contrar se revine la pasul 13.

15. Restabilirea pe arbore a valorilor x din x.

16. Dacă $p \neq 0$ se trece la pasul 1.

17. Sfîrşit. Dacă rădăcina arborelui apare ca interzisă, nu există soluţii. În caz contrar, greutatea rădăcinii indică puterea mulţimii de soluţii.

Pachete de programe corespunzătoare algoritmului de sinteză a principiului fizic de funcţionare au fost experimentate cu succes în URSS [21], pe maşinile electronice de calcul M222 şi ES-1020 pentru clasa de obiecte „traductori de curent continuu" şi „traductori pentru concentraţia de gaz în lichid", maşina tipărind listingul şi descrierea principiilor fizice de funcţionare. În tabelul 12.10 este prezentată structura liniară a principiului fizic de funcţionare a traductorului cunoscut şi larg răspîndit, iar în tabelul 12.11, un nou principiu fizic de funcţionare, sintetizat de maşina electronică de calcul şi brevetat [24].

Tabelul 12.10

Efectul fizic	A	B	C
Efectul de cîmp	Curent electric	Conductor	Cîmp magnetic
Efectul magnetostrictiv	Cîmp magnetic	Material feromagnetic	Deformaţie
Efectul piezoelectric	Deformaţie	Cristal piezoelectric	Cîmp electric

Este un prim caz semnalat în literatura creativităţii tehnice de *obţinere a unui brevet de invenţie de către o maşină electronică de calcul*, fapt istoric care demonstrează că visul lui Ştefan Odobleja - maşina de inventat - este deja practic realizat, chiar dacă ea nu poate încă să rezolve toate clasele de probleme tehnice de creaţie.

Importanţa faptului este cu atît mai mare, cu cît de data acesta maşina a rezolvat o problemă de creaţie de mare profunzime, sintetizarea unei soluţii cu un nou principiu fizic de funcţionare - deci a realizat o *invenţie fundamentală*.

Tabelul 12.11

Efectul fizic	A	B	C
Efect de cîmp	Curent electric	Conductor	Cîmp magnetic
Modificarea pseudodensităţii	Cîmp magnetic	Fluid	Modificarea pseudodensităţii
Principiul lui Arhimede	Modificarea pseudodensităţii	Corp solid în fluid (densitatea corpului solid mai mică decît cea a fluidului)	Deplasarea
Modificarea fluxului inducţiei magnetice	Deplasare	Material magnetic	Modificarea fluxului inducţiei magnetice
Inducţie magnetică	Modificarea fluxului inducţiei magnetice	Bobină de inducţie	Curent electric

12.3.3. *Sinteza cantitativă a principiului fizic de funcţionare* [21]

De regulă, procesul de creaţie tehnică maşinizată nu se încheie cu sinteza calitativă a principiului fizic de funcţionare, ci continuă pînă cînd se elaborează în întregime un nou sistem tehnic eficient bazat pe acest principiu. Întrucît pentru sinteza noii soluţii tehnice este necesară prezentarea nu numai calitativă, ci şi cantitativă a principiului fizic de funcţionare selectat, este necesară o etapă intermediară de *sinteză cantitativă a principiului fizic de funcţionare*, a cărei scop de bază este *alegerea soluţiilor celor mai eficiente din mulţimea principiilor fizice de funcţionare obţinute la nivelul sintezei calitative*.

Algoritmul sintezei cantitative a principiului fizic de funcţionare presupune următoarele proceduri de bază:

1. *Verificarea corespondenţei dintre „intrări" şi „ieşiri"*

$$[A_1] \cap F_{intr} \neq \phi; \quad [C_n] \cap F_{ies} \neq \phi \qquad (12.1)$$

unde $[A_1]$, $[C_n]$ - mulţimea mărimilor corespunzătoare acţiunii iniţiale de intrare A_1 şi a rezultatului final C_n;

F_{intr}, $F_{ieş}$ - mulţimea mărimilor care descriu funcţia sistemului tehnic, care se referă la una din cerinţele de bază ale problemei tehnice.

După verificare, nu rămîne decît mulţimea principiilor fizice de funcţionare, care satisfac restricţia (12.1), iar în fiecare astfel de principiu fizic de funcţionare rămîn numai selecţiile de obiecte corespunzătoare lui B_1 şi B_n.

2. *Verificarea compatibilităţii cantitative a efectelor fizice*

$$[C] \cap A_{i+1} \neq \phi \quad (i = 1...n-1) \tag{12.2}$$

unde [C], $[A_{i+1}]$ - mulţimile mărimilor fizice pentru ambele selecţii de obiecte fizice B, B_{i+1}.

În urma acestor verificări, rămîn numai principiile fizice de funcţionare cu efecte fizice compatibile: pentru fiecare efect fizic se selectează numai obiectele fizice care asigură compatibilitatea.

3. *Verificarea restricţiilor de substanţe şi materiale*

$$B \cap B_s = \phi \text{ sau } B = B_T \tag{12.3}$$

unde B - mulţimea tuturor obiectelor fizice sub formă de substanţe sau materiale, care se utilizează în toate principiile fizice de funcţionare analizate în continuare;

B_s - mulţimea substanţelor şi materialelor interzise prin problema tehnică dată;

B_T - mulţimea substanţelor şi materialelor riguros restricţionate.

Prin condiţia (12.3), se elimină principiile fizice de funcţionare rămase după procedura 2 şi care nu satisfac această conditie.

4. *Alegerea criterială a principiului fizic de funcţionare*

Din problema tehnică se aleg cerinţele T_j a căror mărime se poate determina pentru fiecare sau pentru majoritatea efectelor fizice din structura principiului fizic de funcţionare (randament, productivitate, emisie de căldură, masă, consum energetic etc.), cerinţe pentru care se poate construi un criteriu unic sub formă de sumă, produs sau altă funcţie cuprinzînd toate efectele fizice utilizate.

Dacă se foloseşte un singur criteriu fundamental, atunci din mulţimea principiilor fizice de funcţionare care rămîn după procedura 3 se selectează acele principii fizice de funcţionare şi obiecte fizice pentru fiecare reper, care satisfac maximal acest criteriu.

În cazul mai multor criterii, problema devine o problemă de optimizare multicriterială, prezentată anterior sau de optimizare vectorială [21].

5. *Verificarea influenţei mediului exterior.* Se elaborează listingul acţiunilor externe posibile, din care se selectează şi se analizează acţiunile care au loc efectiv, rezolvîndu-se o problemă de tip 3.

6. *Verificarea influenţei acţiunilor fizice interne din structura principiului fizic de funcţionare.*

Pentru fiecare principiu fizic de funcţionare selectat, se rezolvă problema de tip 4.

Prin aplicarea celor şase proceduri, gama de principii fizice de funcţionare se restrînge substanţial, principiile selectate urmînd a fi finisate, perfecţionate sub aspectul criteriilor selectate prin procedura 4.

În aplicarea celor 6 proceduri, inventatorul va trebui să acorde toată atenţia şi unor principii fizice de funcţionare - de perspectivă, neaplicabile din cauze minore, să le prelucreze în aşa fel încît acestea să devină aplicabile, folosind efecte fizice ajutătoare, lanţuri de efecte fizice sau noi interdependenţe între acestea.

12.4. Metoda logică generalizată a căutării noilor soluţii tehnice [25]

Analizînd metodele existente de căutare a noilor soluţii [26] I.A. Polovinkin, A.M. Dvoreankin şi A.N. Sobolev au ajuns la următoarele concluzii de bază:

- există o foarte mare varietate de metode şi tehnici de căutare euristică, diferenţiate atît în ceea ce priveşte metodologia internă, cît şi complexitatea;
- există o oarecare analogie structurală între tehnicile şi metodele cunoscute;
- toate tehnicile şi metodele actuale conţin etape succesive de aplicare;
- este posibilă elaborarea unei metode generalizate care să conţină toate etapele metodelor şi tehnicilor cunoscute, amplasate într-o astfel de ordine, încît orice tehnică şi metodă cunoscute să nu reprezinte decît un caz particular al metodei generalizate.

Sub aspect logic, autorii au impus două condiţii de bază pentru fiecare etapă:

- *îndeplinirea autonomă a uneia dintre funcţiile de bază în procesul de căutare creativă;*
- *construirea unui ansamblu coplet de proceduri destinate prelucrării specializate corespunzătoare a informaţiilor.*

Folosindu-se şi experimentîndu-se, în prealabil, tehnicile şi metodele cunoscute de căutare, de proiectare creativă [27]...[30] şi logica proiectării [31]...[33], însumînd peste 400 de proceduri, grupîndu-se procedurile după destinaţia funcţională şi determinîndu-se interconexiunile acestora, *s-a ajuns la elaborarea algoritmului generalizat al căutării noilor soluţii tehnice, constituit din 17 etape şi conţinînd 180 proceduri*, a cărui descriere structurală este următoarea:

$A = E_1(P_1^1,P_1^2...P_1^7)$, $E_2(P_2^1,P_2^2...P_2^8)$, $E_3(P_3^1,P_3^2...P_3^{18})$, $E_4(P_4^1,P_4^2...P_4^{14})$, $E_5(P_5^1,P_5^2...P_5^{12})$, $E_6(P_6^1,P_6^2...P_6^{23})$, $E_7(P_7^1,P_7^2...P_7^{18})$, $E_8(P_8^1,P_8^2...P_8^7)$, $E_9(P_9^1,P_9^2...P_9^8)$, $E_{10}(P_{10}^1,P_{10}^2)$, $E_{11}(P_{11}^1,P_{11}^2,P_{11}^3)$, $E_{12}(P_{12}^1,P_{12}^2...P_{12}^{12})$, $E_{13}(P_{13}^1,P_{13}^2...P_{13}^{13})$, $E_{14}(P_{14}^1,P_{14}^2...P_{14}^6)$, $E_{15}(P_{15}^1,P_{15}^2...P_{15}^{17})$, $E_{16}(P_{16}^1,P_{16}^2...P_{16}^6)$, $E_{17}(P_{17}^1,P_{17}^2...P_{17}^6)$,

în care, E_1, $E_2...E_{17}$ sînt etapele rezolvării problemei de căutare,

p_j^i - procedurile de prelucrare a informaţiilor;

j - numărul de ordine al etapei;

i - numărul de ordine al procedurii.

În cadrul unora dintre etape (de exemplu E_5) procedurile trebuie aplicate riguros în ordinea expusă, iar în cadrul altor etape (de exemplu E_7) ordinea este indiferentă.

Aplicarea algoritmului general al căutării noilor soluţii tehnice este asemănătoare cu aplicarea metodei euristice generalizate de căutare în 7 etape expusă în paragraful 11.4.3 şi presupune folosirea unui fond informaţional constituit din 8 masive de informaţii.

- E_1, determinarea necesităţii sociale, tehnice, economice, a noii soluţii;
- E_2, determinarea scopului rezolvării problemei de căutare;
- E_3, studiul preliminar al problemei;
- E_4, culegerea şi analiza informaţiei referitoare la problema de căutare;
- E_5, studiul problemei de căutare;
- E_6, alegerea parametrilor obiectului, a atributelor şi a restricţiilor;
- E_7, precizarea formulării problemei de căutare;
- E_8, formularea scopului final;

- E_9, evidenţierea contradicţiilor din cadrul sistemului tehnic actual;
- E_{10}, alegerea procedurilor de căutare şi a demersurilor euristice;
- E_{11}, căutarea ideilor pentru soluţionarea problemei;
- E_{12}, analiza şi prelucrarea ideilor de soluţionare a problemei;
- E_{13}, alegerea variantelor raţionale de soluţii tehnice;
- E_{14}, alegerea variantei celei mai raţionale;
- E_{15}, dezvoltarea şi simplificarea soluţiei tehnice;
- E_{16}, analiza eficienţei tehnico-economice a soluţiei găsite;
- E_{17}, generalizarea rezultatelor rezolvării problemei de căutare.

Cele 180 proceduri de bază sînt prezentate în anexa nr. 2.

12.4.1. *Elaborarea algoritmurilor, căutărilor euristice particulare specializate, pentru rezolvarea unor clase concrete de probleme*

Algoritmul de căutare generalizat poate fi aplicat la orice clasă de probleme tehnice, printr-o prealabilă adaptare-simplificare, întrucît nu toate etapele şi procedurile sînt strict necesare pentru un caz concret dat. Experimentările privind particularizarea algoritmului general de căutare au început cu aplicarea acestuia la elaborarea unor metode cunoscute de căutare logică a soluţiilor, ca de exemplu a metodei matricelor morfologice, constatîndu-se nu numai faptul că aceste metode au fost regăsite cu toate etapele, procedurile şi demersurile corespunzătoare, dar că ele au fost şi substanţial îmbunătăţite [25]. Aceste îmbunătăţiri se datoresc apariţiei unor noi etape, care asigură o prelucrare mai completă a informaţiilor, existenţei masivelor informaţionale, care permit o folosire mai eficientă a procedurilor de bază, divizării unor etape generale - mai puţin concrete în cîteva etape, cu funcţii precise, precum şi prezenţei unui număr sporit şi variat de proceduri utile.

Ca şi în cazul *metodei euristice generalizate* constînd în 7 etape şi bazată pe 73 proceduri şi 261 demersuri euristice , prezentate în capitolul 10, există o parte invariantă a algoritmului de căutari creative, care are următoarea expresie:

$A_i = E_1(P_1^4,P_1^7), E_2(P_2^1,P_2^2), E_3(P_3^4,P_3^5,P_3^{10},P_3^{17}), E_4(P_4^2,P_4^5,P_4^7), E_5(P_5^1,P_5^2,P_5^3,P_5^4,P_5^9), E_6(P_6^1,P_6^5,P_6^9,P_6^{13},P_6^{16},P_6^{17}), E_7(P_7^5), E_8(P_8^1,P_8^5), E_9(P_9^1,P_9^3,P_9^7,P_9^8), E_{10}(P_{10}^1,P_{10}^2), E_{11}(P_{11}^1,P_{11}^2,P_{11}^3), E_{12}(P_{12}^1,P_{12}^6,P_{12}^9,P_{12}^{10},P_{12}^{12}), E_{13}(P_{13}^3,P_{13}^9,P_{13}^{12}), E_{14}(P_{14}^1,P_{14}^3,P_{14}^4,P_{14}^{13}), E_{15}(P_{15}^4,P_{15}^{12},P_{15}^{13}), E_{16}(P_{16}^1,P_{16}^2,P_{16}^5,P_{16}^6), E_{17}(P_{17}^2,P_{17}^3)$

În cazul unui sistem tehnic restrîns - specializat, algoritmul căutărilor euristice va căpăta o formă particulară, conţinînd însă în întregime partea invariantă; în acest sens, în cazul căutării, de exemplu, a unor soluţii pentru *traductorii de curent continuu*, apar următoarele particularităţi în structurarea procedurală a etapelor:

- E_2, se reduc procedurile la cele strict necesare;
- E_4, rămîn numai procedurile referitoare la alegerea problemei;
- E_7, se păstrează integral procedurile referitoare la determinarea tipului problemei şi se reduce lista variantelor de formulare a problemei;
- E_8, se reduce lista variantelor de formulare a rezultatelor finale ale rezolvării problemei;

- E_{10}, se limitează numărul grupelor de proceduri de căutare;
- E_{15}, se reduc substanţial procedurile ca urmare a restricţiilor formulate.

În aceste condiţii, descriptorul algoritmului euristic specializat de căutare a soluţiilor pentru traductorul de curent continuu, va avea forma:

$A_{TCC} = E_1(P_1^4,P_1^6,P_1^7), E_2(P_2^1,P_2^2,P_2^3,P_2^4), E_3(P_3^4,P_3^5,P_3^6,P_3^{10},P_3^{11},P_3^{17}), E_4(P_4^2,P_4^3,P_4^5,P_4^6P_4^7,P_4^8), E_5(P_5^1,P_5^2,P_5^3,P_5^4,P_5^7,P_5^8,P_5^9), E_6(P_6^1,P_6^5,P_6^8,P_6^9,P_6^{12},P_6^{13},P_6^{14}), E_7(P_7^1,P_7^2,P_7^3,P_7^5,P_7^8,P_7^{18}), E_8(P_8^6,P_8^7,P_8^8), E_9(P_9^1,P_9^2,P_9^3,P_9^8), E_{10}(P_{10}^1,P_{10}^2), E_{11}(P_{11}^1,P_{11}^2,P_{11}^3), E_{12}(P_{12}^1,P_{12}^8,P_{12}^9,P_{12}^{10},P_{12}^{11},P_{12}^{12}), E_{13}(P_{13}^1,P_{13}^2,P_{13}^3,P_{13}^{12}), E_{14}(P_{14}^1,P_{14}^2,P_{14}^3,P_{14}^4,P_{14}^{12}), E_{15}(P_{15}^1,P_{15}^2,P_{15}^4,P_{15}^{12},P_{15}^{13}), E_{16}(P_{16}^1,P_{16}^2,P_{16}^5,P_{16}^6), E_{17}(P_{17}^1,P_{17}^2,P_{17}^3)$

În caz general, metodologia elaborării algoritmului specializat de căutare creativă este redată în schema bloc din figura 12.4.

O atenţie deosebită trebuie acordată selecţiei demersurilor euristice din fondul interdisciplinar de demersuri (paragraful 10.3.1.1) şi de proceduri elementare de căutare în cadrul etapei E_{11}, folosindu-se în acest scop listingul din Anexa nr.3.

Modul concret de aplicare a algoritmului general al căutărilor creative este detaliat prezentat, prin exemple, în lucrările colectivului A.I. Polovinkin [21] [25] şi [26] şi presupune rezolvarea formalizată a următoarelor probleme de bază:

- construirea mulţimii soluţiilor tehnice (în special prin arborescenţe ŞI-SAU) - paragraful 10.7.1;
- elaborarea cerinţelor faţă de soluţiile tehnice;
- stabilirea legăturilor dintre cerinţele tehnice şi indicatorii soluţiei căutate;
- descrierea modului de lucru al sistemului automatizat de căutare a soluţiilor tehnice raţionale;
- elaborarea algoritmului specializat de căutare a soluţiilor raţionale;
- asigurarea cu programe a sistemului automatizat de căutare (cuprinzînd prezentarea caracteristicii generale a sistemului de programare, descrierea masivelor informaţionale de intrare a sistemei de programe şi descrierea concretă a acestora).

O bună parte din rezultatele care se pot obţine cu sistemul automatizat de căutare a soluţiilor tehnice raţionale devin brevetabile, aşa cum au demonstrat-o autorii, aplicînd pachetul de programe pentru căutarea soluţiilor pentru traductorii de curent continuu, precum şi cele aplicate la căutarea de noi soluţii de dispozitive de memorie [21], [25].

Evident, că atît pentru inventatorul de profesie, cît şi pentru cel în devenire, interesează în primul rînd valenţele creative ale algoritmului generalizat, ca mijloc de generare a invenţiilor, precum şi ca mijloc de efectuare rapidă a expertizei brevetabilităţii. Există chiar şi variante de programe pentru realizarea de soluţii, nu numai brevetabile, dar şi bucurîndu-se de puritate de brevet [21].

Această metodă logică generalizată de căutare a noilor soluţii, pe lîngă creşterea productivităţii intelectului creator uman, face accesibilă creaţia tehnică şi inventarea şi pentru inginerii şi tehnicienii cu mai puţine valenţe creative.

Considerăm că pentru *inginerii şi tehnicienii cu înalte calităţi creative* sînt mai adecvate metodele logico-intuitive de tipul metodei generale a demersurilor euristice (paragraful 10.3), iar în cazul unor acţiuni de căutare în criză de timp, pentru a folosi la maxim masivul informaţional de la nivelul subconştientului, tehnicile şi metodele intuitive

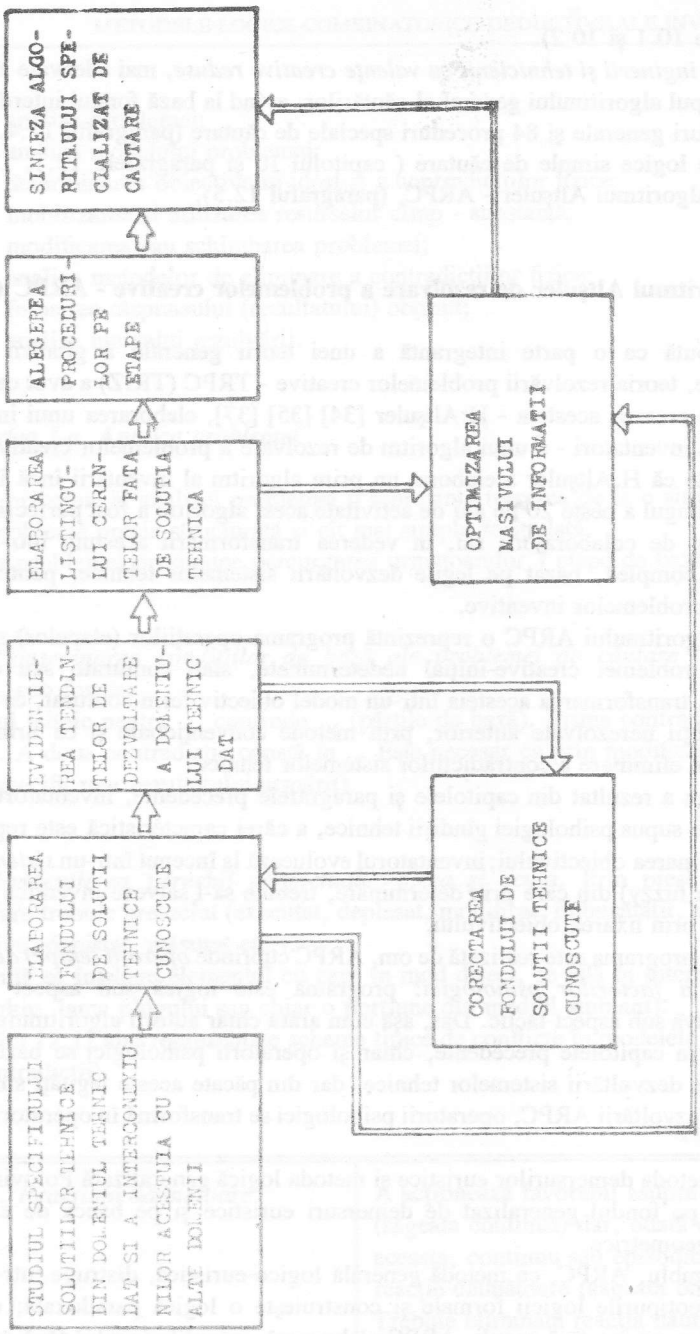

STUDIUL SPECIFICULUI SOLUTIILOR TEHNICE DIN DOMENIUL TEHNIC DAT SI A INTERCONEXIU-NILOR ACESTUIA CU ALTE DOMENII
ELABORAREA FONDULUI DE SOLUTII TEHNICE CUNOSCUTE
EVIDENTIEREA TENDINTELOR DE DEZVOLTARE A DOMENIULUI TEHNIC DAT
ELABORAREA LISTINGULUI CERINTELOR FATA DE SOLUTIA TEHNICA
ALEGEREA PROCEDURILOR PE ETAPE
SINTEZA ALGORITMULUI SPECIALIZAT DE CAUTARE
CORECTAREA FONDULUI DE SOLUTII TEHNICE CUNOSCUTE
OPTIMIZAREA MASIVULUI DE INFORMATII

Figura 12.4

(paragrafele 10.1 şi 10.2).

Pentru *inginerii şi tehnicienii cu valenţe creative reduse*, mai adecvate sînt metodele logice de tipul algoritmului general al căutărilor; avînd la bază fondul interdisciplinar de 180 proceduri generale şi 84 proceduri speciale de căutare (paragrafui 12.4.2), tehnicile şi metodele logice simple de căutare (capitolul 10 şi paragrafele 12.1, 12.2 şi 12.3) precum şi algoritmul Altşuler - ARPC, (paragraful 12.5).

12.5. Algoritmul Altşuler de rezolvare a problemelor creative - ARPC (ARIZ) [37]

Concepută ca o parte integrantă a unei teorii generale a gîndirii intensive - performante, teoria rezolvării problemelor creative - TRPC (TRIZ) a avut ca obiectiv de bază pentru crearea acesteia - H.Altşuler [34] [35] [37], elaborarea unui instrument de bază pentru inventatori - a unui algoritm de rezolvare a problemelor creative (ARPC).

Cu toate că H.Altşuler a elaborat un prim algoritm al inventării încă în 1965 [38] [39], de-a lungul a peste 20 de ani de activitate acest algoritm a fost perfecţionat, atît de autor, cît şi de colaboratorii săi, în vederea transformării acestuia într-un program algoritmic, complex, bazat pe legile dezvoltării sistemelor tehnice, pentru analiza şi rezolvarea problemelor inventive.

Baza algoritmului ARPC o reprezintă programa operaţiilor (etapelor) succesive de analiză a problemei creative-iniţial nedeterminate, slab conturate sau chiar greşit formulate şi transformarea acesteia într-un model obiectiv ferm-conturat, ca un complex de contradicţii nerezolvate anterior, prin metode convenţionale şi ca urmare şi ca o programă de eliminare a contradicţiilor sistemelor tehnice.

Aşa cum a rezultat din capitolele şi paragrafele precedente, inventatorul, ca om al tehnicii, este supus psihologiei gîndirii tehnice, a cărei caracteristică este reprezentată şi de nedeterminarea obiectivului; inventatorul evoluează la început într-un *sistem de mulţimi vagi* (sistem fuzzy) din care prin determinare, trebuie să-l salveze inventica (ARPC), în primul rînd prin fixarea obiectivului.

Întrucît programa este realizată de om, ARPC cuprinde *operaţii (etape) de organizare şi dirijare a factorilor psihologici*: programa este logică sub aspect strategic şi psiho-intuitivă sub aspect tactic. Dar, aşa cum arată chiar autorii algoritmului şi cum s-a subliniat şi în capitolele precedente, chiar şi operatorii psihologici se bazează pe legi obiective ale dezvoltării sistemelor tehnice, dar din păcate aceste legităţi sînt încă vagi; pe măsura dezvoltării ARPC, operatorii psihologici se transformă în operatori de precizie - logici.

Ca şi metoda demersurilor euristice şi metoda logică generalizată Polovinkin, ARPC se bazează pe fondul generalizat de demersuri euristice şi pe banca de efecte fizice, chimice şi geometrice.

În ansamblu, ARPC, ca metodă generală logico-euristică, distruge într-o mai mare măsură stereotipurile logicii formale şi construieşte o logică paradoxală; dacă înainte inventarea era un joc fără reguli, ARPC elaborează *„regulile jocului fără reguli"*.

Ultimul şi cel mai perfecţionat algoritm de rezolvare a problemelor de creaţie ARPC 85-V [37] cuprinde 9 părţi:

- analiza problemei;
- analiza modelului problemei;
- determinarea obiectivului ideal şi a contradicţiilor fizice;
- mobilizarea şi utilizarea resurselor cîmp - substanţă;
- modificarea sau schimbarea problemei;
- analiza metodelor de eliminare a contradicţiilor fizice;
- folosirea răspunsului (rezultatului) obţinut;
- analiza mersului rezolvării.

12.5.1. *Partea I-a. Analiza problemei*

Scopul principal al analizei problemei îl reprezintă trecerea de la o situaţie creativă vagă la o problemă precis structurată şi cît mai simplu formulată.

Analiza problemei presupune parcurgerea următoarelor 7 etape de bază.

12.5.1.1. *Consemnarea condiţiilor de bază ale problemei de căutare fără termeni specializaţi*, sub forma:

Sistemul tehnic pentru ... cuprinde ... (părţile de bază). Prima contradicţie tehnică constă în ... A doua contradicţie constă în ... Este necesar ca prin modificări minime în sistem ... (specificarea rezultatului urmărit).

12.5.1.2. *Evidenţierea perechii conflictuale: piesa şi scula.* Prin piesă se înţelege elementul care trebuie prelucrat (executat, deplasat, modificat, îmbunătăţit, apărat faţă de acţiuni nocive, depistat, măsurat etc.).

Prin sculă se înţelege elementul cu care în mod direct, se află în interacţiune piesa (freză, burghiu, lama plugului sau chiar o porţiune din mediul ambiant).

În tabelul 12.12 sînt reprezentate scheme tipice de conflicte în modelele problemelor tehnice (contradicţii).

Tabelul 12.12

1. *Reacţiuni dăunătoare*	A acţionează favorabil asupra lui B (săgeata continuă) dar, odată cu aceasta, continuu sau episodic, apare o reacţie dăunătoare (săgeata ondulată). Trebuie eliminată reacţia dăunătoare.

2. *Acţiune conjugată*	Acţiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoţită de o acţiune secundară dăunătoare.
3. *Acţiune conjugată*	Acţiunea favorabilă a lui A asupra unei părţi B_1 este însoţită de o acţiune dăunătoare asupra unei a doua părţi B_2. Trebuie eliminată acţiunea dăunătoare.
4. *Acţiune conjugată*	Acţiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoţită de o acţiune dăunătoare asupra lui C (A, B şi C constituind o sistemă). Trebuie eliminată acţiunea dăunătoare.
5. *Acţiune conjugată*	Acţiunea favorabilă a lui A asupra lui B este însoţită de o acţiune nefavorabilă a lui A asupra lui A. Trebuie eliminată acţiunea nefavorabilă.
6. *Acţiune disjunctivă*	Acţiunea favorabilă a lui A asupra lui B nu se poate produce simultan cu acţiunea favorabilă a lui C asupra lui B (de exemplu: suprapunerea prelucrării cu măsurarea mecanică). Trebuie asigurată acţiunea lui C asupra lui B fără modificarea acţiunii lui A asupra lui B.

7. *Acţiune incompletă sau inacţiune*	A asigură o acţiune asupra lui B dar sînt necesare două acţiuni egale sau A nu acţionează deloc asupra lui B. Uneori A nu este cunoscut: trebuie modificat B. Trebuie asigurată acţiunea asupra lui B cu ajutorul unui A cît mai simplu.
8. *Lipsa de informaţii*	Lipsesc informaţiile (săgeata ondulată întreruptă) despre A, B sau despre interacţiunea acestora. Uneori este dat numai B. Trebuie obţinută informaţia necesară.
9. *Acţiune nereglabilă*	A acţionează asupra lui B fără posibilitate de reglare (de exemplu constant) dar trebuie o acţiune reglabilă. Trebuie transformată acţiunea lui A asupra lui B, dintr-o acţiune nereglabilă într-o acţiune reglabilă.

12.5.1.3. *Elaborarea schemelor grafice ale contradicţiilor tehnice ale sistemului*, folosind tabelul 12.12.

Etapele 12.5.1.2 şi 12.5.1.3, precizează formularea generală a problemei şi ca atare, după parcurgerea acestora, se verifică dacă în etapele 1-2-3 nu au apărut neconcordanţe; dacă au apărut, se procedează la eliminarea lor.

12.5.1.4. *Alegerea dintre schemele conflictuale* (de contradicţii) *pe aceea care asigură în mai mare măsură funcţia (scopul de bază a sistemului.* ARPC (ARIZ) se bazează pe ascuţirea conflictului şi nu pe nivelarea acestuia.

12.5.1.5. *Intensificarea conflictului (contradicţiei) prin specificarea stărilor (acţiunilor) limită a elementelor.*

12.5.1.6. *Formularea modelului problemei* specificînd perechea conflictuală, conflictul amplificat şi ce trebuie să realizeze elementul X introdus pentru rezolvare (ce trebuie să păstreze, ce trebuie să elimine, să îmbunătăţească etc.)

După etapa a 6-a este necesară reîntoarcerea la prima etapă şi verificarea logicii structurării modelului problemei; uneori este posibilă precizarea schemei alese a conflictului, prin indicarea elementului X ce trebuie introdus (fig.12.5).

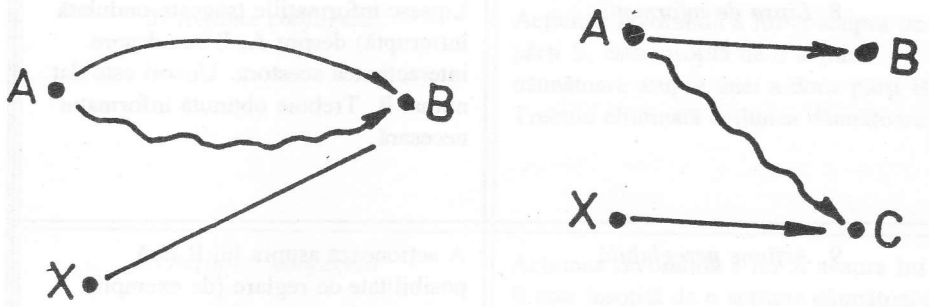


Figura 12.5

12.5.1.7. *Verificarea posibilităţii aplicării sistemului de standarde pentru rezolvarea modelului problemei.*

Dacă răspunsul este afirmativ, se trece direct la partea a VII-a a ARPC; dacă răspunsul este negativ, se trece la partea a II-a a ARPC.

12.5.2. *Partea a II-a. Analiza modelului problemei*

Scopul de bază al celei de a doua părţi a ARPC este evidenţierea resurselor spaţiale, de timp, de substanţă şi de cîmp utilizabile şi cuprinde 3 etape.

12.5.2.1. *Determinarea zonei operaţionale*, prin zonă operaţională înţelegîndu-se spaţiul în limitele căruia apare conflictul evidenţiat în modelul problemei.

12.5.2.2. *Determinarea timpului operaţional*, prin timp operaţional înţelegîndu-se resursele de timp: timpul conflictului T_1 şi timpul pînă la conflictul T_2.

12.5.2.3. *Determinarea resurselor de substanţă şi de cîmp (subcîmp)* ale sistemului tehnic, ale mediului şi ale piesei şi elaborarea listei de resurse subcîmp (paragraful 3.5.4).

Resursele subcîmp pot fi de trei tipuri:

- interioare ale sistemului (ale sculei, ale piesei);
- exterioare sistemului (ale mediului);
- suprasistemice (reziduuri ale sistemei vecine şi elemente foarte ieftine, avînd preţul neglijabil).

12.5.3. *Partea a III-a. Determinarea imaginii ideale a soluţiei şi a contradicţiei fizice*

Scopul de bază al acestei părţi a algoritmului este determinarea imaginii ideale a soluţiei şi, totodată, a contradicţiei fizice care împiedică atingerea idealului. Cu toate că soluţia ideală nu poate fi totdeauna realizată, imaginea acesteia indică drumul către răspunsul cel mai eficient.

Partea a III-a cuprinde 6 etape.

12.5.3.1. *Formularea imaginii ideale a soluţiei*, sub forma: elementul X, fără să complice sistemul şi fără să antreneze fenomene dăunătoare, elimină acţiunea negativă (se specifică) în timpul operaţional, în zona operaţională, păstrînd capacitatea sculei de a efectua (se specifică acţiunea utilă).

În afară de conflictul obişnuit „acţiunea negativă este asociată cu cea pozitivă", sînt posibile şi alte conflicte, ca de exemplu: „introducerea unei noi acţiuni pozitive determină complicarea sistemului" sau „o acţiune pozitivă nu poate fi stimulată cu o altă acţiune pozitivă".

12.5.3.2. *Amplificarea formulării imaginii ideale a soluţiei*, printr-un atribut suplimentar: interdicţia introducerii în sistem a unor noi cîmpuri şi substanţe - limitarea la utilizarea resurselor interne „subcîmp".

12.5.3.3. *Formularea contradicţiei fizice la nivel macro*, sub forma: zona operativă, în timpul operaţional, trebuie să fie (de indicat starea fizică) şi nu trebuie să fie (de indicat starea fizică opusă) pentru a îndeplini (se indică o altă acţiune conflictuală sau scop). *Prin contradicţie fizică se înţeleg atributele contrare ale stării fizice ale zonei operative.*

12.5.3.4. *Formularea contradicţiei fizice la nivel micro*, sub forma: în zona operativă trebuie să existe particule de substanţă (de precizat starea lor fizică sau acţiunea) pentru a asigura (se specifică conform etapei 3, starea macro) şi nu trebuie să existe astfel de particule care să determine (o altă stare macro).

12.5.3.5. *Formularea rezultatului final ideal*, sub forma: zona operativă (se specifică) în timpul operaţional (se specifică) trebuie să asigure independent (se specifică stările fizice opuse la nivel macro sau micro).

12.5.3.6. *Verificarea posibilităţii aplicării sistemului de standarde* pentru rezolvarea problemei fizice formulate în etapa 5 (precedentă). Dacă răspunsul este negativ, se trece la partea a IV-a, iar dacă este pozitiv, se trece direct la partea a VII-a.

12.5.4. *Partea a IV-a. Mobilizarea şi utilizarea resurselor subcîmp*

Dacă în etapa 12.5.2.3 s-au stabilit resursele subcîmp utilizabile fără plată, partea a IV-a cuprinde operaţiile pentru amplificarea acestora, prin realizarea unor resurse subcîmp foarte ieftine ca urmare a unor modificări minime ale resurselor existente. Dacă etapele 12.5.3.3 - 12.5.3.5 încep o trecere de la problemă la răspuns pe baze fizice, cea de a IV-a parte continuă acest drum.

Partea a IV-a a algoritmului se supune următoarelor reguli de bază:

- Fiecare tip de particule, aflîndu-se într-o anumită stare fizică, trebuie să îndeplinească o funcţie determinată. Dacă particulele A nu satisfac acţiunile 1 şi 2, trebuie introduse particule B, astfel încît particolele A să efectueze acţiunea 1 iar particulele B - acţiunea 2.
- Particulele B introduse pot fi împărţite în două grupe: B_1 şi B_2; aceasta permite să se obţină, fără cheltuieli, pe seama interacţiunii B_1-B_2 o nouă acţiune - 3.
- Divizarea particulelor în grupe este convenabilă şi în cazurile cînd în sistem trebuie să existe numai particulele A; o grupă de particule A sînt menţinute în stare iniţială iar cea de a doua îşi schimbă parametrul principal pentru problema dată.

Partea a IV-a presupune parcurgerea a 7 etape, după cum urmează:

12.5.4.1. *Aplicarea metodei „omuleţilor"*, cu subetapele:

a - construirea conflictului schematizat prin intermediul „omuleţilor";

b - modificarea schemei astfel încît „omuleţii" să acţioneze fără să provoace conflict;

c - trecerea la schema tehnică.

Modelarea prin omuleţi trebuie aplicată numai părţilor variabile ale sistemului (scula şi elementul X). Subetapa b se poate materializa prin reprezentarea, pe un acelaşi desen, a două scheme: acţiune negativă şi acţiune pozitivă.

12.5.4.2. *Folosirea „pasului înapoi" în raport cu obiectivul idealizat*

12.5.4.3. *Analiza posibilităţii amestecului resurselor de substanţă*

12.5.4.4. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei prin înlocuirea resurselor de substanţă existente, prin vid sau printr-un amestec vid - substanţă.*

12.5.4.5. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei prin folosirea derivatelor din resursele de substanţă (sau a amestecului acestora cu vidul)*

În această etapă, se folosesc următoarele etape de bază:

- Dacă pentru rezolvarea problemei sînt necesari ioni, iar obţinerea acestora nu este posibilă în conformitate cu datele problemei, aceştia se vor obţine prin fracţionarea particulelor superioare (de exemplu, a moleculelor).
- Dacă pentru rezolvarea problemei sînt necesare molecule şi acestea nu pot fi realizate direct sau după regula precedentă, se va proceda la structurarea acestora din particule inferioare (de exemplu din ioni).

12.5.4.6. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei prin introducerea în locul substanţei, a cîmpului electric sau prin interacţiunea a două cîmpuri electrice.*

12.5.4.7. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei prin utilizarea perechii „cîmp-adaos de substanţă activă"* (de exemplu, „cîmp magnetic - ferosubstanţă", „raze ultraviolete - luminofor", „cîmp termic - metal cu memorie" etc.). În multe cazuri, partea IV-a a ARPC - conduce la rezolvarea problemei şi în consecinţă se trece direct la partea a VII-a; în caz contrar se continuă cu partea a V-a.

12.5.5. ***Partea a V-a. Utilizarea fondului informaţional***

Scopul celei de a V-a părţi constă în folosirea experienţei concentrate în fondul informaţional ARPC. În această parte după parcurgerea activă a primelor patru, problema este clarificată şi poate fi direct rezolvată cu ajutorul fondului informaţional.

Partea a V-a cuprinde 4 etape.

12.5.5.1. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei* (pe baza soluţiei ideale formulate în etapa 12.5.3.5 şi luînd în consideraţie resursele subcîmp precizate în partea a IV-a *folosind standardele de rezolvare* (Anexa 5).

După epuizarea încercărilor de folosire a resurselor subcîmp proprii sistemului, se trece la folosirea unor substanţe şi cîmpuri suplimentare (la care de altfel se referă standardele de rezolvare).

12.5.5.2. *Analiza posibilităţii rezolvării problemei prin analogie cu problemele nestandard rezolvate anterior prin ARPC*

12.5.5.3. *Analiza posibilităţii eliminării contradicţiei fizice cu ajutorul transformărilor tip* (Anexa 6)

12.5.5.4. *Folosirea fondului de efecte fizice* (Anexa 7)

12.5.6. ***Partea a VI-a. Modificarea sau înlocuirea problemei***

Problemele creative simple se rezolvă direct prin eliminarea contradicţiilor fizice. Problemele complexe nu sînt pe deplin înţelese decît odată cu rezolvarea lor; astfel de probleme nu se pot formula precis de la început. Procesul rezolvării problemei se suprapune cu procesul corectării şi precizării acesteia.

Partea a VI-a cuprinde 4 etape de bază.

12.5.6.1. *Dacă problema este rezolvată în etapele precedente, se trece de la soluţia fizică la cea tehnică*: se formulează procedeul şi se dă schema de principiu a instalaţiei de aplicare a acestuia.

12.5.6.2. *Dacă nu există un răspuns favorabil, se verifică dacă formularea 12.5.1.1 nu reprezintă cumva un complex de cîteva probleme creative.* În acest caz, se modifică 12.5.1.1 evidenţiindu-se separat problemele constituente, în vederea rezolvării consecutive a acestora. De exemplu problema complexă a sudării zalelor lănţişoarelor fine de aur - în serie, se fragmentează în mai multe probleme: a. Cum să se introducă microdozele de sudură în jocul dintre zale. b. Cum să se asigure încălzirea microdozelor fără a afecta lănţişorul în ansamblu şi c. Cum să se elimine surplusul de material de sudură rezultat.

12.5.6.3. *Dacă nu există răspuns favorabil, se schimbă problema, alegînd în cadrul etapei 12.5.1.4, o altă contradicţie fizică.*

12.5.6.4. *Dacă nu există răspuns, se revine la etapa 12.5.1.1 în vederea reformulării problemei creative raportînd-o la suprasistemă.* În caz de necesitate se repetă revenirile prin raportare la suprasistemă etc.

12.5.7. *Partea a VII-a. Analiza metodei de eliminare a contradicţiei fizice*

Scopul principal al etapei este verificarea nivelului de calitate a răspunsului obţinut. Contradicţia fizică trebuie eliminată cît mai bine posibil - prin eforturi reduse la zero. Mai bine să se consume cîteva ore suplimentare pentru obţinerea unui răspuns nou mai puternic, decît să se lupte după aceea ani întregi cu o idee greu implementabilă.

Partea a VII-a conţine 4 etape de bază.

12.5.7.1. *Verificarea răspunsului.* Se reanalizează substanţele şi cîmpurile introduse în sistemă. Se verifică posibilitatea ca, neintroducînd noi cîmpuri şi substanţe şi folosind numai resursele de bază şi derivate interne de „subcîmp", să se rezolve problema prin „capacitatea de autoreglare" a acestora.

12.5.7.2. *Evaluarea prealabilă a soluţiei obţinute* folosind întrebările de control:

- soluţia găsită asigură realizarea atributului principal al soluţiei ideale?
- care contradicţie fizică este eliminată de către soluţia obţinută?
- conţine oare sistema obţinută măcar un element bine dirijabil? Care este acesta? Cum să se realizeze dirijarea?
- va corespunde soluţia găsită pentru un singur ciclu - în condiţii reale, cu multe cicluri?

Dacă măcar la una din întrebări răspunsul este negativ, trebuie să se revină la etapa 12.5.1.1.

12.5.7.3. *Verificarea brevetabilităţii*

12.5.7.4. *Ce subprobleme vor apare la transformarea soluţiei fizice în soluţia tehnică.* De elaborat lista subproblemelor inventive, constructive, de calcul, organizatorice etc.

12.5.8. *Partea a VIII-a. Aplicarea răspunsului obţinut*

O idee cu adevărat reuşită nu numai că rezolvă o problemă concretă, dar asigură şi o cheie universală pentru multe alte probleme analoage. Partea a VIII-a a TRPC are drept scop de a pune în valoare resursele noii idei şi cuprinde 3 etape de bază.

12.5.8.1. *Se determină cum trebuie să se modifice suprasistema în care este cuprinsă sistema modificată*

12.5.8.2. *Se verifică dacă sistema modificată sau suprasistema pot fi utilizate într-un nou mod*

12.5.8.3. *Folosirea răspunsului obţinut la rezolvarea altor probleme tehnice*:

- formularea într-un mod generalizat a principiului de rezolvare obţinut;
- de verificat posibilitatea aplicării directe a principiului obţinut, la rezolvarea altor probleme;
- de verificat posibilitatea utilizării principiului opus celui obţinut;
- de construit matrice morfologice şi de reanalizat noi posibilităţi;
- de studiat modificarea principiului obţinut, funcţie de modificările radicale ale dimensiunilor sistemei sau ale părţilor sale principale.

12.5.9. *Partea a IX-a. Analiza mersului rezolvării*

Fiecare problemă rezolvată prin ARPC trebuie să amplifice potenţialul creativ uman, iar pentru aceasta trebuie analizat mersul rezolvării. În acesta rezidă scopul părţii a IX-a a ARPC, care cuprinde 2 etape de bază.

12.5.9.1. *Comparaţie a modului real de rezolvare a problemei date cu cel teoretic după ARPC.* Se notează diferenţierile.

12.5.9.2. *Comparaţie a răspunsului obţinut cu datele (standardele, demersurile, efectele fizice) ARPC*: Dacă în fondul informaţional lipseşte un astfel de principiu - acesta se consemnează.

12.5.10. *Exemplu de aplicare a ARPC* [37]

Din multiplele exemple de aplicare a ARPC prezentate în lucrarea colectivului Altşuler [37], în cele ce urmează s-a selectat modul de rezolvare a problemei transportului zgurei de furnal.

Zgura cu punctul de fuziune 1000° se transportă către instalaţia de prelucrare, în containere instalate pe platforme de cale ferată. Sub acţiunea aerului rece, în timpul transportului se generează la suprafaţă o crustă groasă, pierzîndu-se aproape o treime de zgură şi devenind necesară o serie de operaţii de perforare a crustei şi apoi de eliminare a acesteia. S-ar putea utiliza şi un capac termoizolator, dar acesta ar amplifica exegerat manopera. Care este soluţia?

Aplicînd părţile şi etapele ARPC, se obţine:

12.5.1.1. *Sistema tehnică pentru transportul zgurei lichide* cuprinde platforma de cale ferată, containerul şi zgura lichidă.

- CT_1 (prima contradicţie tehnică): dacă containerul este prevăzut cu capac, nu se produce crustă dură, dar se complică deservirea;
- CT_2 (a doua contradicţie tehnică): dacă containerul nu are capac, deservirea este simplă, dar apare crusta dură.

Este necesar ca prin schimbări minimale în sistemă să se evite generarea crustei dure.

Este necesară o revizuire psihologică a noţiunilor folosite. Ar trebui eliminată noţiunea de capac - blocantă din punct de vedere psihologic - printr-un alt termen care să reflecte funcţia de bază a acestuia - de exemplu „termoizolator" - care poate fi nu numai solid, cum o sugerează capacul, ci şi lichid sau chiar gazos.

12.5.1.2. *Perechea conflictuală*: Piesa - zgură topită. Scula - capacul (lipsă sau existent).

12.5.1.3. *Schemele contradicţiilor tehnice* (CT)

CT_1 Există capac (Fig.12.6.a)

CT_2 Nu există capac (Fig.12.6.b)

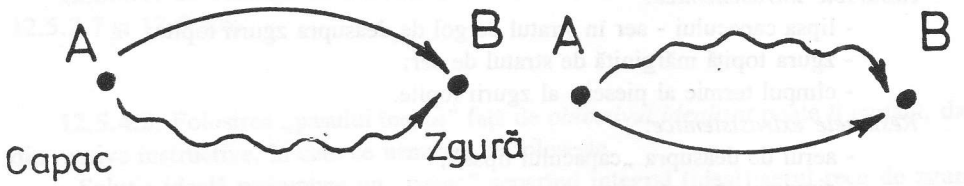


Figura 12.6 a

Figura 12.6 b

12.5.1.4. *Alegerea contradicţiei tehnice.* Se alege contradicţia CT_2. Zgura se transportă repede, dar cu pierderi generate de apariţia crustei groase.

12.5.1.5. Nu este necesară etapa de amplificare a conflictului.

12.5.1.6. *Modelul problemei*. Se dă zgura topită şi lipsa capacului. Lipsa capacului nu încetineşte deservirea, dar nu împiedică generarea crustei. Trebuie găsit un element X, care păstrînd funcţiile capacului lipsă, nu încetineşte deservirea.

12.5.1.7. *Folosirea standardelor* poate conduce direct la rezultat (prin standardul 1.2.2 - anexa 5, eliminarea legăturii nedorite prin introducerea lui B_1 modificat şi sau a lui B_2).

Pentru exemplificarea completă a algoritmului ARPC, în scop didactic, se parcurg totuşi, în continuare, toate etapele.

12.5.2.1. *Zona operaţională*: spaţiul liber ocupat anterior de capac - strat de aer.

12.5.2.2. *Timpul operativ* - T_1 - timpul dintre începutul şi sfîrşitul umplerii containerului;

T_2 - timpul pînă la operaţia de umplere.

12.5.2.3. *Resursele de subcîmp*

Resursele intrasistemice:

- lipsa capacului - aer în stratul de gol de deasupra zgurii topite;
- zgura topită mărginită de stratul de aer;
- cîmpul termic al piesei - al zgurii topite.

Resursele extrasistemice:

- aerul de deasupra „capacului lipsă";
- cîmpurile fonice.

Resursele suprasistemice:

- nu există reziduuri;
- resursele foarte ieftine - aer, apă, sol etc.

12.5.3.1. *Imaginea ideală a soluţiei (I.I.S.)*: Elementul X, fără a complica sistema şi fără a genera acţiuni nocive, împiedică, în timpul operativ, formarea crustei, păstrînd capacitatea capacului lipsă de a permite umplerea şi golirea containerului.

12.5.3.2. *Imaginea ideală amplificată* se obţine înlocuind „elementul X" prin „strat de aer".

12.5.3.3. *Formularea contradicţiei fizice la nivel macro.* Stratul de aer în zona operativă *trebuie umplut* cu substanţă termoizolantă, pentru a diminua răcirea zgurii şi *nu trebuie* umplut cu substanţă care să împiedice umplerea şi golirea de zgură.

12.5.3.4. *Formularea contradicţiei fizice la nivel micro.* Stratul de aer în zona operativă este umplut cu particule legate între ele, pentru a nu pătrunde aerul rece şi nu trebuie umplut cu particule legate între ele care să împiedice umplerea şi scurgerea zgurii lichide.

12.5.3.5. *Formularea rezultatului final ideal.*

Stratul de aer din zona operativă, în timpul umplerii trebuie să se autotransforme în substanţă termoizolatoare, care trebuie să dispară singură la deversarea zgurei din container.

12.5.3.6. *Verificarea posibilităţii aplicării sistemului de standarde.* Este evidentă şi aici aplicarea directă a standardului 1.2.2.

12.5.4.1. *Se renunţă la metoda „omuleţilor"*, din aceleaşi motive ca în etapele 12.5.2.7 şi 12.5.3.6.

12.5.4.2. Folosirea „pasului înapoi" faţă de *obiectivul idealizat* poate fi evitată, dar din motive instructive, în cele ce urmează se foloseşte.

- Soluţia ideală presupune un „capac" separînd integral (ideal) aerul rece de zgura topită.
- Pas înapoi - folosirea unui orificiu în capac.
- Eliminarea efectului negativ - folosirea unui dop.
- Trecerea la o soluţie generalizată: capacul trebuie să fie compus din multe „dopuri".
- Soluţia tehnică: „dopurile" executate din resurse „subcîmp" adică din aer şi zgură, poroase cu granule de zgură, spumă. Principala sursă „subcîmp" fiind aerul, cea mai convenabilă soluţie *este spuma*. Grafic mutaţiile de la soluţia ideală la soluţia tehnică reală sînt reprezentate în figura 12.7.

12.5.4.3. *Folosirea amestecurilor de substanţă.*

Realizarea spumei se face printr-un adaos de apă la turnarea zgurii topite în container. Vaporizarea rapidă a apei provoacă un „capac" izolator de spumă.

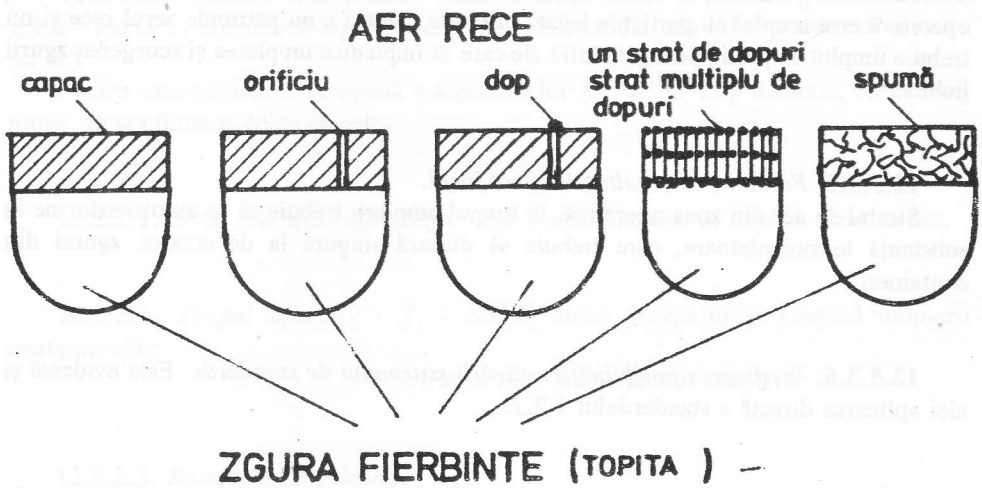


Figura 12.7

12.5.4.4. *Folosirea vidului sau a golurilor* conduce, de asemenea, la soluţia utilizării spumei (amestec de goluri şi zgură topită).

Brevetul a fost obţinut de profesorul de ARPC din Magnitogorsc [37] (brevet URSS 400621).

12.5.9.1. Pentru realizarea „capacului" se foloseşte zgura care nu este nici sculă şi nici mediu exterior, ci o parte din piesă. Folosirea zgurii a fost posibilă, întrucît sub formă de spumă, consumul acesteia este neglijabil.

Soluţia obţinută poate fi generalizată la toate cazurile cînd piesa este fără dimensiuni ferme, de exemplu, cînd aceasta se prezintă sub formă de curent de lichid sau gaz.

În capitolul parcurs au fost prezentate 5 metode logice de căutare a noilor soluţii.

Metoda matricelor morfologice reprezintă o metodă specializată în care rezultatul se obţine, practic, exclusiv din combinatorică, acoperind ca atare o gamă largă dar incompletă de probleme de creaţie dar prezintă avantajul că este vizualizată, iar căutarea devine mult uşurată chiar şi pentru inventatorii cu slabe calităţi vizualizante.

Metoda mai prezintă şi avantajul că pe fluxul ei se conturează treptat obiectivul real al creaţiei tehnice (la început - vag).

Metoda maşinizată de creaţie tehnică permite găsirea soluţiei optime, atunci cînd este necesară baleierea unui spaţiu uriaş de soluţii - combinaţii (imposibil de realizat prin primele 2 metode).

Metoda logică generalizată a şcolii A.Polovinkin, de căutare a noilor soluţii tehnice, permite abordarea şi rezolvarea logică (prin proceduri logice) a oricăror probleme de creaţie tehnică.

Algoritmul Altşuler de rezolvare a problemelor creative - ARPC cuprinde, de asemenea, o gamă largă de probleme de creaţie, dar numai pe cele la care se poate formula contradicţia fizică şi tehnică, sub formă de „neconcordanţe" substanţă-cîmp.

Practic ARPC vizează numai invenţiile fundamentale, care presupun modificarea principiului fizic de funcţionare sau elaborarea de noi principii fizice.

Cu toate că astfel de probleme de creaţie sînt cele mai importante şi cele mai eficiente ele nu reprezintă practic decît cca. 20% din invenţii.

Formularea generală a unei teme de creaţie tehnică a fost expusă în paragraful 3.1.

Soluţia tehnică elimină lipsurile stadiului actual reprezentativ al tehnicii (lipsuri care nu se pot totdeauna exprima prin contradicţii, iar uneori forţarea transformării neajunsului în contradicţie poate denatura însuşi mersul rezolvării).

Însuşirea tuturor metodelor logice de căutare este strict necesară. După cunoaşterea practică a acestora, inventatorul îşi poate alege, în cunoştinţă de cauză, funcţie de obiectiv, metoda care să-l ducă pe drumul direct spre soluţia optimă.

Trebuie, de asemenea, remarcat faptul că astăzi este foarte greu să se dea un răspuns tranşant la întrebarea cine este mai eficient în creaţie - un inginer cu înalte calităţi creative, care foloseşte mijloace dominant intuitive de creaţie - sau un inginer mai puţin creativ, dar care ştie să folosească cu pricepere logica proceselor de căutare apelînd la mijloacele electronice de calcul.

Lista de 180 + 84 de proceduri de căutare, standardele pentru rezolvarea problemelor creative sau transformările tip îi servesc în egală măsură, atît inventatorului plin de imaginaţie, pentru a-şi face ordine în demersurile sale euristice, cît şi inventatorului bazat practic exclusiv pe logică, pentru a-şi facilita drumul spre un dialog creativ eficient cu maşina electronică de calcul.

BIBLIOGRAFIE

1. Koestler A. - *Le cri D'Archimede*, Calman-Lévy, Paris, 1955.
2. Kaufman A., Fustier M., Drevet A. - *L'Inventique*. Entreprise moderne d'édition, Paris, 1971.
3. Rossman J. - *The psychology of the inventaior*. Inventors Publisching Washington, 1931.
4. Roşca Al. - *Creativitatea generală şi specifică*. Ed. Academiei RSR, Bucureşti, 1981.
5. Moles AA. Claude R. - *Creativité et methodes d'invention*. Ed. Fayard, Marne, 1970.

6. Zwiky F. - *Discovery, Invention, Research through Morphological*, Approach. Ed. Mac Millan, 1969.
7. Belous V., Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică*. Lucrările sesiunii ştiinţifice „Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini", vol. Maşini-unelte-scule-dispozitive, Rotaprint I.P.Iaşi, 1980.
8. Kaufman A. - *Introduction à la combinatorique an vue des application*. Ed.Dunod, Paris.
9. Kaufman A. - *Metode şi modele de cercetare operaţională* vol II, Ed.Dunod - Traducere în l.română Ed.Ştiinţifică Bucureşti, 1967.
10. Vanek F. şi Polak V. - *Frezovaci hlava*. Brevet R. ceh. 114699.
11. Belous V., Stan M. şi Simion Al. - *Freză frontală armată cu dinţi demontabili*, Brevet Rom. 59523.
12. Belous V., Cozmîncă M., Lungu Gh., Lupchian P. - *Freză cu dinţi demontabili cu ascuţire continuă*, Brevet Rom. 57841.
13. Belous V. şi colab. - *Freză frontală cu dinţi armaţi cu ascuţire continuă*, Brevet Rom. 64727.
14. Belous V. şi colab. - *Freză de colţ cu dinţi demontabili armaţi*, Brevet Rom. 63972.
15. Belous V. şi colab. - *Freză frontală cu ascuţire continuă*. Brevet Rom. 64729.
16. Belous V. şi colab. - *Freză frontală cu dinţi demontabili armaţi cu ascuţire continuă*, Brevet Rom. 66850.
17. Belous V. şi colab. - *Freză frontală cu dinţi demontabili armaţi cu ascuţire cuntinuă*, Brevet Rom. 71330.
18. Belous V. şi colab. - *Freză frontală cu plăcuţe fixate mecanic*. Brevet Rom. 64726.
19. Belous V. - *Freză frontală cu plăcuţe fixate mecanic*. Brevet Rom. 71882.
20. Belous V. şi Tipu V. - *Freză de colţ cu plăcuţe fixate mecanic*, Brevet Rom. 71880.
21. Polovinkin I.A. şi colab. - *Avtomatizaţia poiskovovo construirovania* Ed.Radio i sveazi. Moskva, 1981.
22. Buş G.Ia. - *Rojdenie izobretateliskih idei*. Editura Liesma, Riga, 1976.
23. Zîkov A.A. - *Teoria konecinîh grafov*. Editura Nauka Novosibirsk, 1969.
24. Sobolev A.N., Soşnikov I.P. - *Traductor al inducţiei cîmpului magnetic*, Brevet URSS 558324.
25. Dvoreankin A.N., Polovinkin A.I., Sobolev A.N. - *Metodî sinteza tehniceskih reşenii*, Editura Nauka, Moskva, 1977.
26. Polovinkin A.I. şi colab. - *Metodî poiska novîh tehniceskih, reşenii*, Editura Mariisk Iuşkar - Ola, 1976.
27. Dikson John - *Design Engineering. Inventiveness, Analisys and Decision Making*. Mc. Graw Hill Book Co, 1966.
28. Krik E. - *Vvedenie v ijinernoe delo*. Editura Energhia, Moskva, 1970. (traducere din l.engleză).
29. Hill Percy - *The Science of Engineering Design*. Holt-Rinehart and Winston Inc. New-York, 1970.
30. Mc.Crory R.J. - *The Design Method in practice*. În: The Design Method London. Editura Bunter Worts, 1966.
31. Orlov P.I. - *Osnovî konstruirovania I*. Editura Maşinostroenie, Moskva, 1968.
32. Mindlin Ia Z. - *Loghika konstruirovania*. Editura Maşinostroenie, Moskva, 1969.
33. Hansen F. - *Osnovî obscei metodiki konstruirovania* (traducere din l.germană), Editura Maşinostroenie, Moskva, 1969.
34. Altşuler H, Zlotin B. - *Poisc novîh idei: ot ozarenia k tehnologhii*. Chişinău, Cartea moldovenească 1989.
35. Altşuler H, Seliuţkii A. - *Krîlia dlea Ikara*. Petrozavodsk, Karelia, 1980.
36. Polovinkin A.I. - *Osnovî injinernovo tvorcestva*. Moskva, Maşinostroenie, 1988.
37. Seliuţkii A., Altşuler H, Ivanov G., Vikentiev I., Efremov V., Zlotin B., Zusman A., Juravlev V. - *Pravila igrî bez pravil*. Petrozavodsk, ed.Karelia, 1989.
38. Altşuler H. - *Algoritm izobretenia*. Moskovskii rabocii, 1969.
39. Altşuler H. - *Algoritm izobretenia*. Economiceskaia Gazeta 27(41). Suplimentul „Tehnico-economiceskie znania" 1965.

PARTEA A III-A

FLUXUL GENERAL AL INVENTICII ŞI ETAPELE DE BAZĂ ALE ACESTUIA

CAPITOLUL 13

FLUXUL GENERAL AL INVENTICII

13.1. Proiectarea reproductivă şi proiectarea creativă

Dezvoltarea impetuoasă a tehnicii mondiale în toate domeniile a pus în faţa proiectanţilor sarcina de a transpune în viaţă, rapid şi eficient, cele mai noi cuceriri din domeniu, la condiţiile naţionale specifice, la cele ale centrelor sau întreprinderilor industriale, ale institutelor de învăţământ tehnic superior sau ale institutelor de cercetare-proiectare.

Orice întîrziere în ţinerea pasului cu tehnica contemporană accentuează decalajele dintre ţările înalt dezvoltate industrial şi, în conecinţă, în activitatea de proiectare factorul operativitate a devenit net dominant.

Proiectantul de uzină este subordonat factorului timp şi datorită faptului că orice întîrziere în proiectare conduce la întîrzieri în execuţie şi dare în exploatare, cu importante pierderi de producţie şi valorice.

Pentru a răspunde criteriului operativităţii, a apărut şi s-a dezvoltat proiectarea operativă-reproductivă, a cărei sarcină de bază constă în asimilarea prin reproiectare, la condiţiile specifice date, a unui produs cunoscut, de concepţie nouă cu performanţe sporite. Aşa cum rezultă din fluxul general al proiectării reproductive (fig. 4.3), fazele de informare şi de analiză inginerească a soluţiilor existente au drept scop alegerea soluţiei optime dintre cele cunoscute pe plan mondial şi precizarea pe această bază a temei de proiectare (reproiectare).

Consultînd revistele de referate-recenzii-semnalare, colecţiile de brevete, colecţiile de standarde, normele departamentale şi interne, prospectele firmelor, articolele de specialitate, monografiile, manualele, tratatele şi îndrumarele de proiectare, în limitele timpului afectat pentru aceasta, proiectantul se fixează asupra soluţiei optime, corelată cu condiţiile concrete ale locului său de muncă şi ale locului în care se va realiza prototipul, seria zero şi asimilarea în producţia de serie.

Decizia asupra soluţiei optime dintre soluţiile moderne existente pe plan mondial se face în urma unei atente analize inginereşti a acestora prin prisma criteriilor de optimalitate.

Înainte de a trece la proiectarea (reproiectarea) propriu-zisă, proiectantul trebuie să se asigure asupra faptului dacă nu încalcă nici un brevet străin în vigoare pe teritoriul naţional, consultînd în acest scop colecţia naţională de brevete din ultimii 15 ani. În caz

contrar, trebuie obţinută în prealabil licenţa de brevet, ceea ce evident presupune un consum de valută. În cazul în care produsul proiectat este vizat să devină şi un produs de export. proiectantul trebuie să se asigure asupra faptului că nu încalcă vreun brevet în vigoare în ţările în care acesta urmează să se exporte, lucru valabil şi în cazurile cînd s-a achiziţionat licenţa de fabricaţie şi cînd trebuie analizată puritatea de brevet a obiectului licenţei, întrucît, la rîndul său, cel care vinde licenţa poate fi tributar, sub aspectul licenţelor de brevet, altor titulari.

După alegerea soluţiei optime şi formularea temei de proiectare, proiectantul trece la proiectarea (reproiectarea) propriu-zisă. Gradul de dificultate al acestei activităţi depinde atît de complexitatea produsului, cît şi de cantitatea şi calitatea materialului informativ. Este evident că în cazul licenţelor tehnice, sarcina proiectantului este simplificată prin prezenţa desenelor de ansamblu sau chiar şi a celor de execuţie, iar în unele cazuri şi de cea a proiectului tehnologic; în asemenea situaţii, principalele activităţi de proiectare derivă din sarcinile de adaptare a soluţiei de ansamblu la specificul naţional, respectiv la cel al întreprinderii producătoare, la standardele şi normele departamentale, la asimilarea sau înlocuirea de materiale, asociată cu calculele de rezistenţă - rigiditate corespunzătoare, la adaptarea tehnologiilor la specificul utilajului de care se dispune etc.

Mult mai complexă este sarcina proiectantului reproductiv atunci cînd nu are la dispoziţie decît o schemă de principiu dintr-un articol de specialitate, un prospect sau numai produsul ca atare, cazuri în care ponderea activităţilor de concepţie-creaţie-sinteză inginerească este mult mai ridicată şi adesea însoţită de realizarea de soluţii proprii, perfecţionate, brevetabile. Ca atare, creaţiile tehnice de nivel ridicat pot apare şi în cadrul proiectării reproductive, dar apariţia acestora nu reprezintă un rezultat firesc şi deliberat al unor căutări organizate, ci unul întîmplător.

Întrucît proiectarea reproductivă vizează traducerea tehnicii mondiale la nivel naţional, însoţită de redimensionări, înlocuiri de materiale şi tehnologii, adaptări la normele şi standardele naţionale, de cele mai multe ori proiectarea prototipului industrial este precedată de proiectarea unui prototip experimental supus întregii game de încercări prin prisma criteriilor de optimizare. Numai după încercarea prototipului experimental, în urma adîncirii optimizării parametrilor geometrici şi ai celor constructivi-funcţionali-tehnologici şi pe baza observării şi analizei *"pe viu"* a proceselor tehnologice de execuţie, se trece la proiectarea prototipului industrial, pentru condiţiile concrete ale întreprinderii destinate să-l asimileze, fazele de încercare-omologare desfăşurîndu-se obligatoriu în cadrul acesteia.

În cazul *proiectării creative*, fazele dominante sînt cele de sinteză inginerească, de creaţie a unor noi soluţii constructiv-funcţionale-tehnologice superioare celor cunoscute pe plan mondial.

În acest scop, diferenţierile dintre proiectarea creativă şi cea reproductivă, aşa cum rezultă din figura 4.3, în care sînt prezentate, în paralel, cele două fluxuri, încep din fazele de analiză şi de sistemetizare a informaţiilor.

Aceste faze sînt diferenţiate prin scopul pe care îl urmăresc: dacă la proiectarea reproductivă, analiza inginerească a soluţiilor existente pe plan mondial are drept scop stabilirea celei optime şi formularea pe această bază a temei de proiectare-reproiectare, în cazul proiectării creative-inginereşti, analiza inginerească are drept scop principal

evidenţierea lipsurilor generale ale stadiului tehnicii din domeniu, în vederea formulării temei de creaţie tehnică, prin care să se elimine aceste lipsuri.

Pentru pregătirea fazelor de creaţie tehnică, specifice proiectării inginereşti, analiza soluţiilor existente este asociată cu elaborarea diagramei, matricelor sau a obiectului generalizat al creaţiei tehnice, surse importante pentru realizarea de noi combinaţii de parametri.

În continuare, proiectantul de concepţie, utilizînd metodele şi tehnicile de elaborare a ideilor, realizează noua soluţie pe care o supune apoi analizei inginereşti. Cu cît mai radicală este noua soluţie, cu atît se simte mai acut nevoia de realizare prealabilă a unui model funcţional, în vederea adoptării deciziei. În ipoteza unei concluzii favorabile a analizei inginereşti şi în urma experimentării modelului, se formulează tema de proiectare şi se trece la proiectarea propriu-zisă după un flux asemănător celui din cazul proiectării reproductive.

13.2. Fluxul general al inventicii

Pe baza unei îndelungate experienţe şi cercetări proprii în domeniul creaţiei tehnice şi proiectării creative [1]...[6], s-a elaborat dintîi o metodologie tip de proiectare creativă în domeniul sculelor aşchietoare [7], pe baza căreia, prin extindere, s-a ajuns la un flux general al proiectării creative în construcţia de maşini [8], [9], [10] prezentat în capitolul 4 (fig. 4.4).

Experimentarea timp de mai mulţi ani a acestui algoritm general al inventicii în construcţia de maşini, atît în creaţia individuală a autorului cît şi în conducerea grupelor de constructori-creatori din rîndul studenţilor, coroborată cu cercetările privind scientizarea şi algoritmizarea generală a proiectării, efectuate de G.S.Altşuler [17], [18], G.Buş [19], [20], [21], F.Hansen [22], [23], R.Koller [24] G.Pahl W.Beitz [25], W.Rodenacker [26], E.Krik [27], J.Dixon [28], P.Hill [29], R.Mc.Grory [30], P.Orlov [31], Ia Z. Mindlin [32] şi, în special, cu cercetările colectivului condus de A.I.Polovinkin în domeniul algoritmizării căutărilor creative [33], [34], [35], a permis elaborarea unui *flux general al inventicii*, prezentat în figura 13.1.

Ca şi fluxul general al proiectării creative prezentat în capitolul 4, fluxul general al inventicii a fost constituit pe baza principiului fundamental elaborat anterior, că inventica reprezintă nu numai o praxiologie a demersului creativ, ci o *praxiologie a întregului drum, de la informarea critică asupra stadiului actual al tehnicii, la formularea temei de creaţie, de aici la căutarea soluţiei, la analiza inginerească a acesteia, la decizia de adoptare, la proiectarea, relizarea, experimentarea şi optimizarea prototipului, iar de aici, la larga implementare industrială.*

Un al doilea principiu care a stat la baza elaborării algoritmului general al inventicii l-a constituit *admiterea a trei căi posibile de căutare şi găsire a noii soluţii*, pornind de la acelaşi fond informaţional individual:

A - o cale directă, plecînd de la analiza critică a soluţiilor existente stocate la nivelul fondului informaţional individual al constructorului;

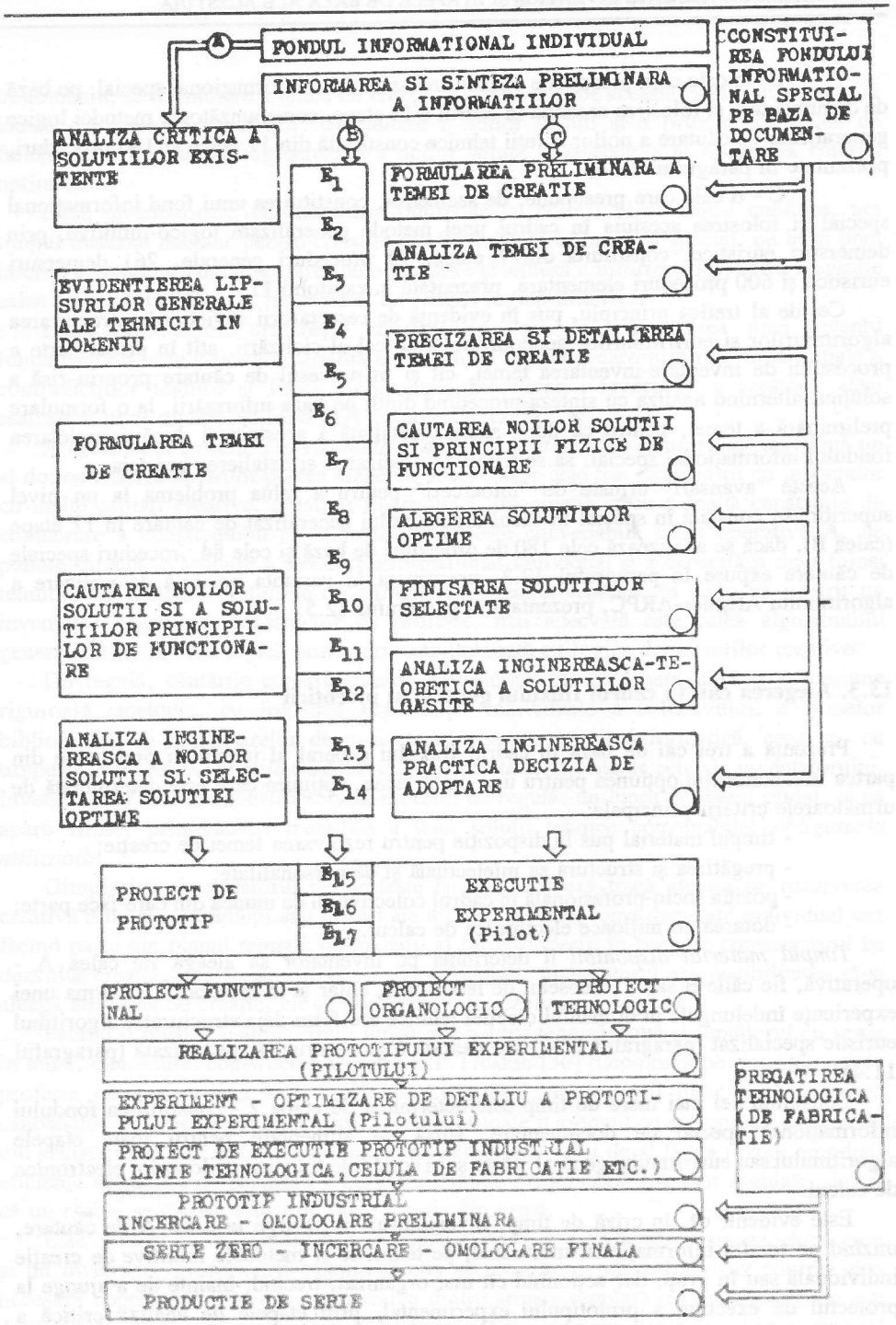

A
FONDUL INFORMATIONAL INDIVIDUAL
INFORMAREA SI SINTEZA PRELIMINARA A INFORMATIILOR
CONSTITUIREA FONDULUI INFORMATIONAL SPECIAL PE BAZA DE DOCUMENTARE
B
C
ANALIZA CRITICA A SOLUTIILOR EXISTENTE
EVIDENTIEREA LIPSURILOR GENERALE ALE TEHNICII IN DOMENIU
FORMULAREA TEMEI DE CREATIE
CAUTAREA NOILOR SOLUTII SI A SOLUTIILOR PRINCIPIILOR DE FUNCTIONARE
ANALIZA INGINEREASCA A NOILOR SOLUTII SI SELECTAREA SOLUTIEI OPTIME
E1
E2
E3
E4
E5
E6
E7
E8
E9
E10
E11
E12
E13
E14
FORMULAREA PRELIMINARA A TEMEI DE CREATIE
ANALIZA TEMEI DE CREATIE
PRECIZAREA SI DETALIEREA TEMEI DE CREATIE
CAUTAREA NOILOR SOLUTII SI PRINCIPII FIZICE DE FUNCTIONARE
ALEGEREA SOLUTIILOR OPTIME
FINISAREA SOLUTIILOR SELECTATE
ANALIZA INGINEREASCA-TEORETICA A SOLUTIILOR GASITE
ANALIZA INGINEREASCA PRACTICA DECIZIA DE ADOPTARE
PROIECT DE PROTOTIP
E15
E16
E17
EXECUTIE EXPERIMENTAL (Pilot)
PROIECT FUNCTIONAL
PROIECT ORGANOLOGIC
PROIECT TEHNOLOGIC
REALIZAREA PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI)
EXPERIMENT - OPTIMIZARE DE DETALIU A PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (Pilotului)
PROIECT DE EXECUTIE PROTOTIP INDUSTRIAL (LINIE TEHNOLOGICA, CELULA DE FABRICATIE ETC.)
PROTOTIP INDUSTRIAL INCERCARE - OMOLOGARE PRELIMINARA
SERIE ZERO - INCERCARE - OMOLOGARE FINALA
PRODUCTIE DE SERIE
PREGATIREA TEHNOLOGICA (DE FABRICATIE)

Figura 13.1

B - o cale care presupune constituirea unui fond informaţional special, pe bază de documentare şi folosirea acestuia în cadrul a 14 etape, corespunzătoare metodei logice generalizate de căutare a noilor soluţii tehnice constituită din 17 etape şi 180 proceduri, prezentate în paragraful 12.4;

C - o cale care presupune, de asemenea, constituirea unui fond informaţional special şi folosirea acestuia în cadrul unei metode generalizate logico-intuitive, prin demersuri euristice, constituită din 7 etape, 73 proceduri generale, 261 demersuri euristice şi 600 proceduri elementare, prezentate în capitolul 11.

Cel de al treilea principiu, pus în evidenţă de cercetătorii sovietici în structurarea algoritmurilor şi euriritmurilor generalizate, este cel al ciclizării, atît în prima parte a procesului de inventare-inventarea temei, cît şi în procesul de căutare propriu-zisă a soluţiei, alternînd analiza cu sinteza-procedînd dintîi pe baza informării, la o formulare preliminară a temei, pentru ca după analiza detaliată a acesteia şi după completarea fondului informaţional special, să se treacă la precizarea şi detalierea acesteia.

Aceste "avansări" urmate de "întoarceri" pentru a relua problema la un nivel superior, se constată în special în cazul algoritmului generalizat de căutare în 17 etape (calea B), dacă se analizează cele 180 de proceduri de bază şi cele 84 proceduri speciale de căutare expuse în paragraful 12.3, precum şi în varianta posibilă de utilizare a algoritmului Altşuler-ARPC, prezentată în paragraful 12.5.

13.3. Alegerea căii în cadrul fluxului general al inventicii

Prezenţa a trei căi de bază în cadrul fluxului general al inventicii presupune din partea inventatorului opţiunea pentru una din acestea, opţiunea care este determinată de următoarele criterii principale:

- timpul material pus la dispoziţie pentru rezolvarea temei de creaţie;
- pregătirea şi structura sa intelectuală şi de personalitate;
- poziţia socio-profesională în cadrul colectivului de muncă din care face parte;
- dotarea cu mijloace electronice de calcul.

Timpul material disponibil îl determină pe inventator să aleagă fie calea A - operativă, fie căile B sau C, deosebit de laborioase, chiar şi în ipoteza că, în urma unei experienţe îndelungate în domeniul creaţiei tehnice are ferm deja structurate, algoritmul euristic specializat (paragraful 12.4) sau metoda logico-euristică specializată (paragraful 11.4).

Consumul cel mai mare de timp este determinat de etapa 2 - constituirea fondului informaţional special de documentare, sursă de alimentare pentru toate etapele algoritmului sau euriritmului general, chiar şi în condiţiile folosirii mijloacelor electronice de calcul.

Este evident, că, în criză de timp, inventatorul va recurge la calea A de căutare, mizînd pe fondul informaţional individual, pe tehnicile şi metodele intuitive de creaţie individuală sau în grup, dar acţionînd cît mai organizat, trecînd, înainte de a ajunge la proiectul de execuţie a prototipului experimental, prin etapele de analiză critică a soluţiilor existente, pe care le cunoaşte, de evidenţiere a lipsurilor generale ale tehnicii

în domeniu, de formulare a temei de creaţie şi conturarea pe această bază a unei imagini ideale a obiectului căutărilor, de căutare a noilor soluţii şi a principiilor fizice de funcţionare, de analiză inginerească a noilor soluţii şi selectarea şi adoptarea soluţiei optime.

Dacă inventatorul, individual sau împreună cu colectivul pe care-l conduce, are timpul material necesar pentru constituirea fondului informaţional special, pe baza unei intense activităţi de documentare, de organizare şi sinteză a informaţiilor, se va alege fie calea B de căutări logice, fie calea C de căutări logico-intuitive.

Dacă inventatorul urmăreşte un obiectiv strategic - realizarea unei invenţii fundamentale, este raţională varianta algoritmului Altşuler, care prin relevarea iniţială a contradicţiilor tehnice şi fizice îşi propune modificarea favorabilă a acestora; deci realizarea unor mutaţii de fond [37] (paragraful 12.5).

Pregătirea şi structura intelectuală şi de personalitate a inventatorului reprezintă un al doilea criteriu hotărîtor pentru alegerea uneia dintre cele trei căi: pentru un inventator cu înalte calităţi creative, dotat cu flexibilitate, imaginaţie şi cu o înaltă capacitate de conlucrare a conştientului cu subconştientul, este convenabilă calea operativă A, de punere directă în valoare a stocului informaţional individual şi a capacităţii de a folosi tehnicile şi metodele intuitive de stimulare a creaţiei tehnice, în timp ce pentru un inventator organizat, constructor de profesie, mai adecvată este calea algoritmului generalizat B, în care logica proiectării este îmbinată cu logica demersurilor creative.

De regulă, căutările constructorului profesionist se desfăşoară după o succesiune riguroasă, metodic, cu folosirea experienţei individuale a colectivului, a surselor bibliografice şi îndrumarelor de proiectare, a sectorului de informatică, ceea ce, cu timpul, structurează anumite trăsături de personalitate, diferite de cele ale inventatorului. Invenţia în activitatea constructorului nu este, de regulă, un lucru deliberat căutat, ci ea apare firesc, prin căutări metodice a unei soluţii tehnice convenabile, *obligatoriu utilizabile.*

Dimpotrivă, inventatorul de profesie îşi concentrează toată atenţia pe rezolvarea creativă a unor contradicţii sau lipsuri ale tehnicii actuale, teme depistate individual sau făcînd parte din planul tematic de invenţii al întreprinderii; în timp ce constructorul îşi dezvoltă creativitatea în limitele unor teme impuse, inventatorul are posibilitatea să-şi aleagă atît tema de creaţie, cît şi modalităţile de rezolvare a acesteia.

Făcînd o reuşită analogie între luptătorul pentru tehnică nouă şi luptătorul cu arma în mînă, cunoscutul constructor sovietic V.P.Truşkin [36] îl compară pe inventatorul de profesie cu un partizan care luptă neconvenţional, într-un stil liber, fără folosirea canoanelor, în timp ce constructorul de profesie poate fi asemuit cu un luptător disciplinat din armata regulată. Aşa cum a demonstrat experienţa celui de al II-lea război mondial, eficienţa acţiunilor de partizani a depăşit de multe ori pe cea a trupelor regulate, dar şi că un război se cîştigă totuşi de către aceştia din urmă.

Este evident că un constructor profesionist poate şi trebuie să inventeze, după cum şi un inventator profesionist trebuie să ştie să proiecteze raţional; în caz contrar este necesară cooperarea dintre ei, cooperarea dintre armata regulată şi cea de partizani sau dacă se foloseşte analogia cu şahul de performanţă, cooperarea dintre un şahist poziţional cu un şahist combinativ-feeric.

Cititorul îşi va pune firesc întrebarea: dacă inventatorului bazat pe intuiţie îi corespunde calea A, iar celui bazat mai mult pe logică, pe muncă organizată, calea B, cui îi aparţine calea C?

Această cale, caracterizată prin îmbinarea algoritmicului cu euristicul, a gîndirii convergente cu cea divergentă, a unei perfecte organizări a procesului de căutare, cu folosirea unei largi game de demersuri, tehnici şi metode euristice de căutare, îi corespunde un inventator-constructor sau un constructor-inventator de profesie, cu un larg profil profesional, spre care trebuie să tindă orice constructor şi orice inventator; folosind în continuare analogia cu domeniul militar, este calea pe care poate merge soldatul de elită multilateral pregătit fizic şi psihic, stăpîn atît pe tehnica de luptă regulată, cît şi pe cea a luptei de partizani şi a trupelor de recunoaştere.

Şi în domeniul şahului, marea performanţă este atinsă numai de către jucătorii la care pregătirea pentru jocul poziţional este dublată de cea pentru jocul combinativ-feeric, fapt demonstrat şi din ultimul meci pentru titlul mondial, desfăşurat între cei doi mari aşi, - Garri Kasparov şi Anatoli Karpov; aşa cum în şah, pentru a cîştiga este necesar jocul combinativ care însă prezintă o doză importantă de risc şi pentru cel care-l practică, aşa şi în creaţia tehnică de mare eficienţă, specifică metodei euriritmului, este necesară asumarea unei oarecari doze de risc din partea celui care recurge la aceasta.

Dacă se ia în considerare *poziţia socio-profesională* din cadrul colectivului de muncă din care face parte, pentru inventatorul individual care desfăşoară activităţi creative în domenii din afara preocupării directe a colectivului din care face parte, calea normală este calea A, de valorificare euristică a stocului informaţional individual, în timp ce pentru inventatorul care caută soluţii originale în cadrul preocupărilor profesionale de constructor - pentru care este retribuit, căile optime sînt calea B a algoritmului general de căutare sau calea C a euriritmului general de căutare, abordabilă în special atunci cînd este înarmat şi cu o intuiţie înalt educată.

Este evident că uneori, presat de timp, şi constructorul de profesie va scurtcircuita procesul de căutare, plecînd direct de la fondul informaţional individual, folosind deci calea A.

Dotarea cu mijloace electronice de calcul adecvate poate să constituie un criteriu important în special pentru structurarea algoritmurilor sau euriritmurilor specializate, specifice căilor B şi C. Cu cît mai perfecţionate sînt maşinile de calcul de care se dispune, cu atît mai dezvoltate vor fi euriritmurile şi algoritmurile specializate; dimpotrivă, lipsa mijloacelor electronice de calcul determină necesitatea simplificării la maximum a acestora.

13.4. Etapele inventicii în cazul folosirii euriritmului generalizat

Structura pe etape a fluxului inventicii, în cazul folosirii euriritmului generalizat (calea C) este redată în figura 13.2 şi cuprinde 18 etape şi 129 de proceduri de bază, care necesită prezenţa activă a inventatorului.

Creşterea faţă de euriritmul generalizat a numărului de etape de la 7-la 18, iar a procedurilor generale de la 73 la 129 se datoreşte următoarelor cauze:

FLUXUL GENERAL AL ÎNVENTICII ÎN CAZUL FOLOSIRII EURORÎTMULUI GENERALIZAT
INFORMAREA SI SINTEZA PRELIMINARA A INFORMATIILOR
Etapa 1
ANALIZA REVISTELOR DE REFERATE RECENZII SI SEMNALARE
1.1.
ANALIZA BREVETELOR DE INVENTII
1.2.
ANALIZA STANDERDELOR, NORMELOR DEPARTAMENTALE SI A CALOR INTERNE
1.3.
ANALIZA PROSPECTELOR, CATALOAGELOR DE PRODUSE SI A RECLAMELOR
1.4.
ANALIZA ARTICOLELOR DE SPECIALITATE
1.5.
ANALIZA MONOGRAFIILOR SI COMPARAREA CU DATELE SINTETIZATE
1.6.
ANALIZA TRATATELOR, MANUALELOR SI INDRUMARELOR
1.7.
CONFRUNTAREA CU BANCILE CENTRALIZATE NATIONALE DE DATE
1.8.
CONSTITUIREA FONDULUI INFORMATIONAL SPECIAL
Etapa 2
CONSTITUIREA FONDULUI DE EFECTE(PRINCIPII)FIZICE UTILIZABILE
2.1
CONSTITUIREA FONDULUI DE SOLUTII TEHNICE EXISTENTE
2.2.
ELABORAREA LISTEI GENERALE A CERINTELOR TEHNICE
2.3.
ELABORAREA LISTEI DE MATERIALE SI ELEMENTE CONSTRUCTIVE APLICABILE
2.4.
ELABORAREA LISTEI PROCESELOR TEHNOLOGICE DE FABRICATIE UTILIZABILE
2.5.
ELABORAREA LISTEI DEFINICIILOR, TEHNICILOR, PROCEDURILOR SI METODELOR DE CREATIE
2.6.
ELABORAREA LISTEI SOLUTIILOR TEHNICE DE VIRF
2.7.
ELABORAREA LISTEI METODELOR DE APRECIERE STIINTIFICA A VALORII SOLUTIILOR TEHNICE DIN CLASA DATA
2.8.

Figura 13.2

Figura 13.2 *(continuare)*

Figura 13.2 *(continuare)*

Figura 13.2 *(continuare)*

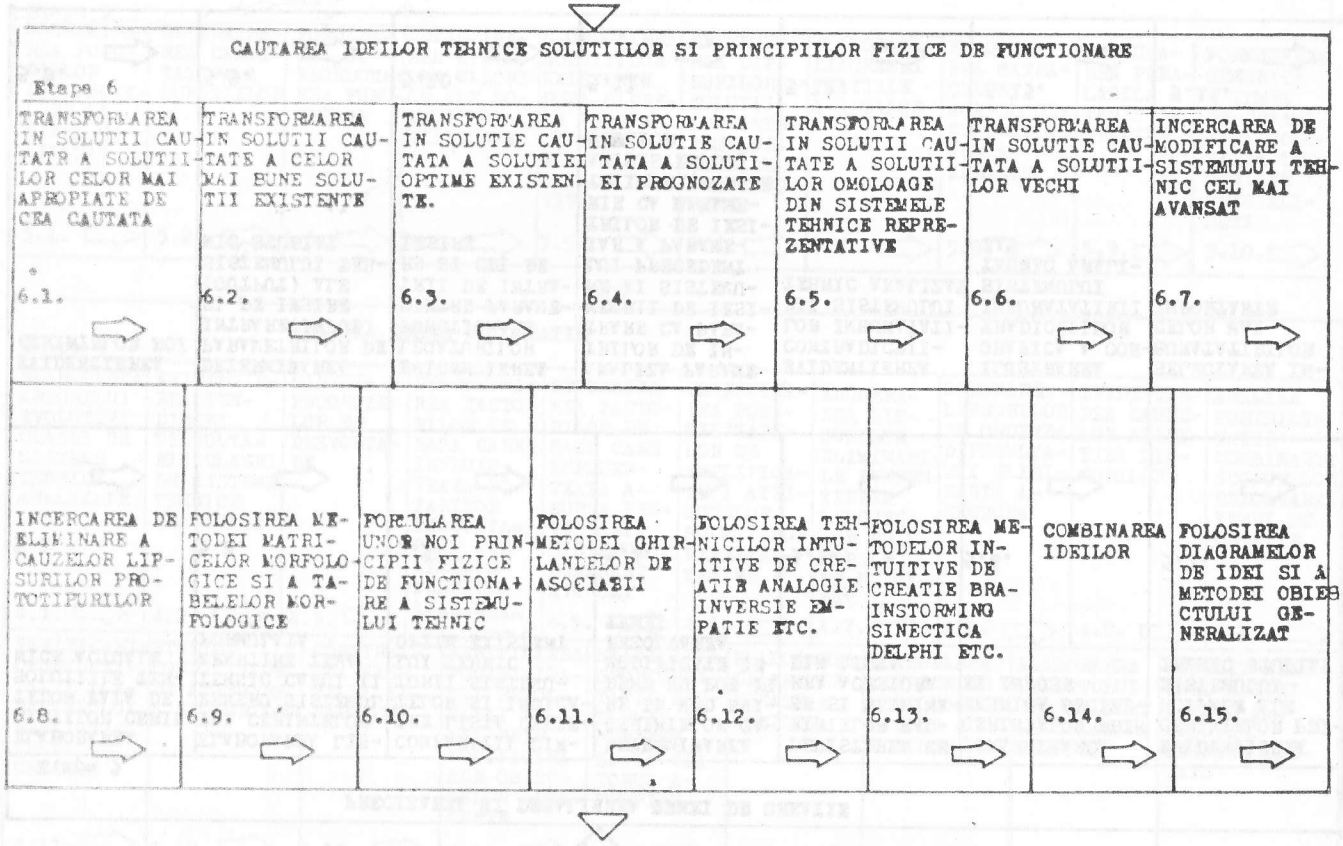


Figura 13.2 (*continuare*)

ALEGEREA SOLUTIILOR OPTIME

Etapa 7

VERIFICAREA REZABILITATII SOLUTIILOR OBTINUTE	VERIFICAREA TEHNOLOGICITATII SOLUTIILOR OBTINUTE	VERIFICAREA SOLUTIILOR OBTINUTE DIN PUNCTUL DE VEDERE AL CORESPONDENTEI CU CERINTELE DE BAZA	CLASIFICAREA VARIANTELOR SOLUTIILOR DUPA PRINCIPIUL FIZIC DE FUNCTIONARE DUPA INDICII CONSTRUCTIVI FUNCTIONALI TEHNOLOGICI SI DE EXPLOATARE	SELECTAREA VARIANTELOR CELOR MAI ECONOMICE
7.1. ⇨	7.2. ⇨	7.3. ⇨	7.4. ⇨	7.5. ⇨

SELECTAREA SOLUTIILOR NOI CARE AU NIVELUL CEL PUTIN EGAL CU CEL AL SOLUTIILOR REPREZENTATIVE EXISTENTE	SELECTAREA SOLUTIILOR CARE CUPRIND CELE MAI MULTE ELEMENTE TIPIZATE SI STANDARDIZATE	SELECTAREA SOLUTIILOR CARE SATISFAC INTEGRAL FUNCTIA PRINCIPALA FORMULATA, SCOPURILE SI CERINTELE PRINCIPALE	SELECTAREA SOLUTIILOR CARE ELIMINA INTEGRAL CONTRADICTIILE PERFECTIONARII	SELECTAREA SOLUTIILOR CARE NECESITA UN NUMAR MINIM SAU UN NUMAR MARE DE MODIFICARI ALE OBIECTELOR VECINE	SELECTAREA SOLUTIILOR OPTIME, PE BAZA ANALIZEI REZULTATELOR PROCEDURILOR 7.5... 7.10
7.6. ⇨	7.7. ⇨	7.8. ⇨	7.9. ⇨	7.10. ⇨	7.11. ⇨

FINISAREA SOLUTIILOR SELECTATE

Etapa 8

CONFRUNTAREA SOLUTIILOR OPTIME CU LISTA CERINTELOR	TRANSFORMAREA SOLUTIILOR INACCEPTABILE IN SOLUTII ACCEPTABILE	INCERCARI DE IMBUNATATIRE A SUBANSAMBLELOR FUNCTIONALE ELABORAREA LISTEI IMBUNATATITE A SOLUTIILOR	DETERMINAREA MODIFICARILOR POSIBILE IN SOLUTIILE TEHNICE ALE OBIECTELOR VECINE	DETERMINAREA PARAMETRILOR OPTIMI DE BAZA AI SOLUTIILOR OPTIME	REORDONAREA VALORICA A SOLUTIILOR SELECTATE	ELABORAREA DESENELOR PENTRU SOLUTIILE SELECTATE	VERIFICAREA EXPERIMENTALA DE PRINCIPIU A SOLUTIILOR OPTIME	EVIDENTIEREA NEAJUNSURILOR CONSTATATE CU OCAZIA EXPERIMENTARILOR
8.1. ⇨	8.2.	8.3. ⇨	8.4.	8.5. ⇨	8.6.	8.7. ⇨	8.8.	8.9. ⇨

Figura 13.2 *(continuare)*

ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUȚIILOR SELECTATE-ANALIZA TEORETICA A INDICATORILOR TEHNICO-ECONOMICI AI SOLUȚIILOR SELECTATE SI ESTIMAREA PERSPECTIVELOR DE IMPLEMENTARE

Etapa 9

PRECIZAREA PROBLEMEI DE ANALIZA INGINEREASCA 9.1. ⇨	MODELAREA FIZICO MATEMATICA A SOLUTIILOR SELECTATE 9.2. ⇨	ESTIMAREA EFECTELOR OBTINUTE PRIN UTILIZAREA SOLUTIILOR NOI 9.3. ⇨	ESTIMAREA PERSPECTIVELOR SOLUTIILOR SELECTATE 9.4. ⇨	DETERMINAREA DOMENIILOR OPTIME DE UTILIZARE PRACTICA A SOLUTIILOR NOI SELECTATE 9.5. ⇨	DETERMINAREA DOMENIILOR DE UTILIZARE A SOLUTIILOR ANALOAGE DE VIRF 9.6. ⇨	ESTIMAREA EFECTULUI ECONOMIC 9.7. ⇨	EXPERTIZA BREVETABILITATII SI A PURITATII DE BREVET 9.8. ⇨	ELABORARE DE SCRIERILOR DE INVENTII PENTRU SOLUTIILE SELECTATE BREVETABILE 9.9. ⇨

ANALIZA INGINEREASCA PRACTICA EXPERIMENTALA PE MODEL FUNCTIONAL (MINIPILOT) OPTIMIZAREA PREALABILA DE AMANUNT (ORGANOLOGICA) DECIZIA DE ADOPTARE

Etapa 10

PROIECTAREA MODELULUI FUNCTIONAL (EXPERIMENTAL) SAU A MINIPILOTULUI 10.1. ⇨	CONSTRUIREA MODELULUI EXPERIMENTAL (MINIPILOTULUI) 10.2. ⇨	EXPERIMENTAREA MODELULUI EXPERIMENTAL (MINIPILOTULUI) DETERMINAREA PERFORMANTELOR DE BAZA COMPARAREA CU LISTELE 5.2,5.7, SI 5.8. 10.3. ⇨	DETERMINAREA DEFICIENTELOR INEDIT REMEDIABILE SI REMEDIEREA 10.4. ⇨	DETERMINAREA PARAMETRILOR OPERATIV OPTIMIZABILI SI OPTIMIZAREA PREALABILA 10.5. ⇨	DETERMINAREA PERFORMANTELOR MODELULUI EXPERIMENTAL PREOPTIMIZAT SI COMPARAREA CU SOLUTIILE DE VIRF EXISTENTE 10.6. ⇨	DETERMINAREA PARAMETRILOR REMEDIABILI IN CADRUL PROIECTULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI) 10.7. ⇨	DECIZIA DE ADOPTARE 10.8. ⇨

Figura 13.2 (continuare)

PROIECT DE EXECUŢIE PROTOTIP EXPERIMENTAL (PILOT)										
Etapa 11.										
PROIECT FUNCŢIONAL 11a.				PROIECT ORGANOLOGIC 11b.				PROIECT TEHNOLOGIC 11c.		
Determinarea parametrilor principali ai acţionării şi ai schemei funcţionale	Elaborarea schemei cinematice electrice, hidraulice, electronice automatizare şi a parametrilor acestora	Elaborarea schemei de control şi comandă şi a parametrilor de bază ai acestora	Proiectarea elementelor de asigurare a fiabilităţii de ansamblu	Proiectarea formelor şi dimensiunilor din punctul de vedere al rezistenţei rigidităţii tehnologicităţii	Dimensionări din punctul de vedere al stabilităţii la vibraţii şi al stabilităţii dinamice în ansamblu	Dimensionări tribologice	Dimensionări estetice	Analiza formelor suprafeţelor şi volumelor sub aspect tehnologic	Stabilirea traseelor tehnologice pentru piesele obiectului creat	Elaborarea planelor de operaţii
11.1. →	11.2. →	11.3. →	11.4. →	11.5. →	11.6. →	11.7. →	11.8. →	11.9 →	11.10. →	11.11. →

↓

REALIZAREA PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOT)				
Etapa 12.				
Uzinarea pieselor componente	Control de calitate organologic	Asamblare-montaj	Verificarea la mersul în gol	Punerea la punct a obiectivului invenţiei în condiţiile mersului în gol
12.1. →	12.2. →	12.3. →	12.4. →	12.5. →

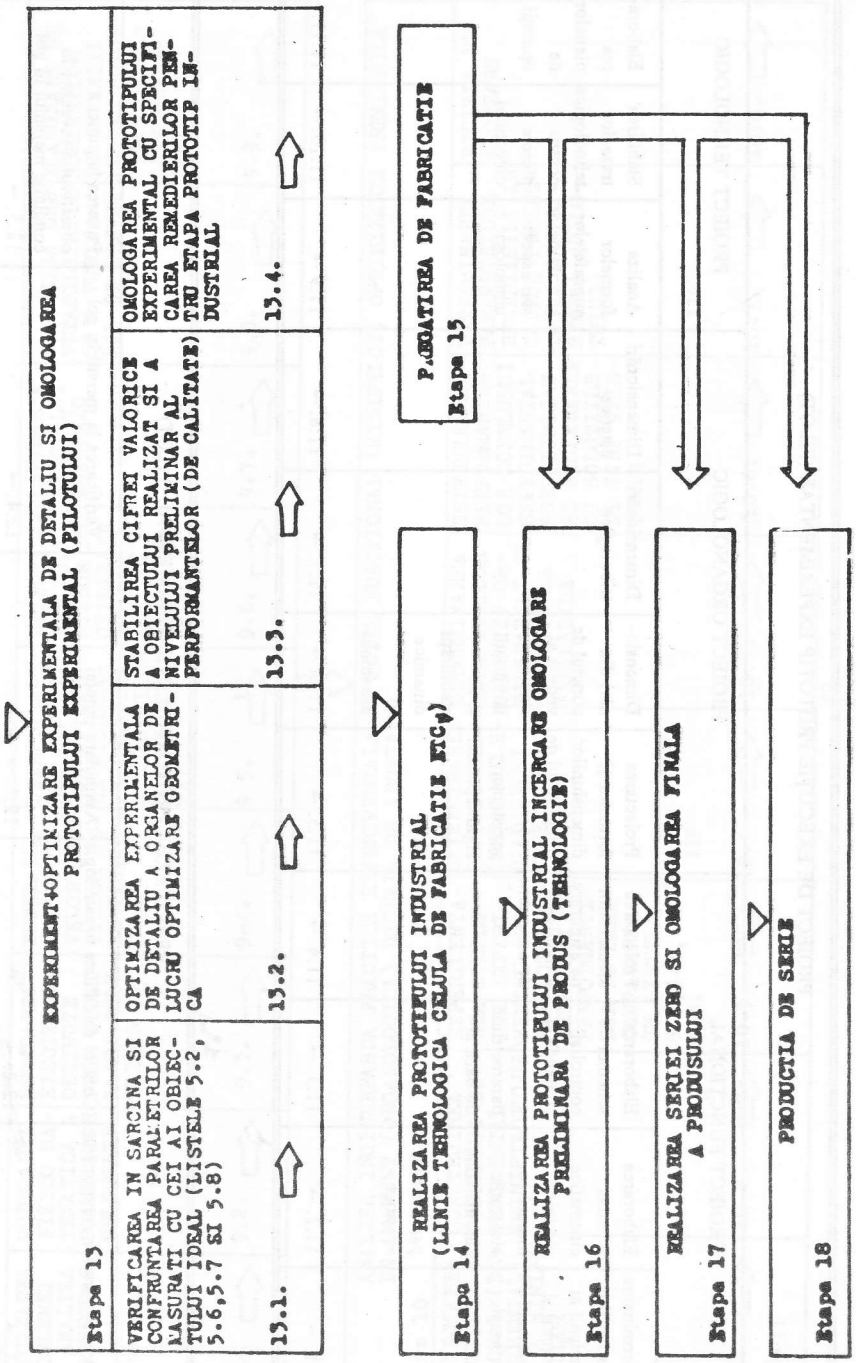


Figura 13.2 *(continuare)*

- aplicării concepţiei generale a prezentei lucrări, în conformitate cu care inventica reprezintă ştiinţa şi arta nu numai a formulării temei, a căutării şi găsirii soluţiilor, ci şi a *implementării industriale a acestora,* drumul fiind astfel mai lung decît drumul trasat de euriritmul generalizat;

- introducerii unei prime etape de informare şi sinteză preliminară a informaţiilor, înainte de constituirea fondului informaţional special;

- îmbogăţirii etapelor cu noi proceduri de bază rezultate din experienţa personală a autorului lucrării.

Fluxul general al inventicii în cazul folosirii euriritmului generalizat presupune parcurgerea de către inventatorul profesionist a următoarelor 18 etape:

1 - informarea şi sinteza preliminară a informaţiilor;

2 - constituirea fondului informaţional special;

3 - formularea preliminară a temei de creaţie;

4 - analiza temei de creaţie;

5 - precizarea şi detalierea temei de creaţie;

6 - căutarea ideilor tehnice, a soluţiilor şi principiilor fizice de funcţionare;

7 - alegerea soluţiilor optime;

8 - finisarea soluţiilor selectate;

9 - analiza inginerească teoretică a soluţiilor selectate;

10 - analiza inginerească experimentală, pe model funcţional (minipilot) şi optimizarea prealabilă de amănunt (organologică) şi decizia de adoptare;

11 - proiectarea prototipului experimental (pilotului);

12 - realizarea prototipului experimental (pilotului);

13 - experimentarea - optimizarea experimentală de detaliu şi omologarea prototipului experimental (pilotului);

14 - proiectul de execuţie a prototipului industrial (linie tehnologică, celulă de fabricaţie etc.);

15 - pregătirea de fabricaţie;

16 - realizarea prototipului industrial; încercare-omologare preliminară de produs (tehnologie);

17 - realizarea seriei zero şi omologarea finală a produsului;

18 - producţie de serie.

În primele zece etape inventatorul este prezent, întrucît joacă în cazul acestora rolul principal; în etapele 11, 12 şi 13, prezenţa sa este strict necesară, întrucît, atît la proiectarea şi realizarea prototipului este utilă cel puţin asistenţa sa tehnică, iar la experimentarea-optimizarea de detaliu, el îşi poate aduce o contribuţie substanţială la succesul propriilor invenţii.

Este utilă, de asemenea, prezenţa inventatorului, cel puţin parţială şi în etapele finale de valorificare 14...18, în care rolul principal îl au constructorii şi tehnologii profesionişti, dar care trebuie să fie perfect cunoscute şi de către inventator, altfel acţiunile sale în partea finală a fluxului rămîn lipsite de eficienţă.

În capitolele următoare, cititorul va face cunoştinţă detaliat cu conţinutul etapelor, cu procedurile şi cu demersurile specifice acestora.

BIBLIOGRAFIE

1. Belous V. - Proiectarea sculelor. Bazele proiectării sculelor aşchietoare. I.P.Iaşi,1968.
2. Belous V. - *Proiectarea de rutină şi proiectarea creativă-inginerească în domeniul sculelor aşchietoare* în vol. Comunicări ştiinţifice, Botoşani - Rotaprint, 1978, pp.11-22.
3. Belous V. - *Asupra etapelor creaţiei tehnice în domeniul sculelor aşchietoare*, în vol. "Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini. Maşini-unelte-scule-dispozitive", Rotaprint I.P.Iaşi. 1978, pp.34-37.
4. Belous V. - *Metode psihologice de creaţie de noi tipuri de scule aşchietoare*. Ibid, pp. 28-33.
5. Belous V. - *Metode analitice pentru creaţia de noi tipuri de scule aşchietoare*, Ibid, pp.14-19.
6. Belous V., Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie în tehnică*. În vol. "Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini. Maşini-unelte-scule-dispozitive", Rotaprint I.P.Iaşi, 1980.
7. Belous V. - Sinteza sculelor aşchietoare. Editura Junimea Iaşi, 1980.
8. Belous V. - Inventica. Bazele creaţiei tehnice. Rotaprint I.P.Iaşi, 1984.
9. Belous V. - *Etapele inventicii - etape fundamentale ale proiectării creative*. Lucrările primului Simpozion naţional de inventică. Iaşi, 1984, pp.16-28.
10. Belous V. - Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica. Editura Junimea Iaşi, 1986.
11. Belous V. - *Inventica şi proiectarea optimală*. În revista de Pedagogie, nr.3, 1987.
12. Belous V. - *Specialistul format în facultăţile tehnice-inventator de profesie*. În revista Forum, 1985, pp.37-45.
13. Belous V. - *Formularea prin deducţie a temei de creaţie în construcţia de maşini*. În revista Forum, nr.11, 1985.
14. Belous V. - *Şcolile de inventică - mijloc de stimulare a procesului creativ în tehnică*. În revista Economică, nr.31, pp.22-23.
15. Belous V. - *Inventica şi superprodusele în construcţia de maşini* în vol. Celui de al II-lea Simpozion naţional "Perspectiva pluridisciplinară asupra creativităţii" Buşteni, 1985, pp.144-147.
16. Belous V. - *Polivalenţa şi interferenţele inventicii*. În vol. Tehnologii-Calitate-Maşini-Materiale-Progres tehnic (TCMM) nr.1, 1987, pp.309-320.
17. Altşuler G.S. - Algoritm izobretenia. Ed.Moskovskii rabocii, 1973.
18. Altşuler G.S. - Tvortcestvo kak tocinaia nauka. Ed. Sovetcoe Radio 1979.
19. Buş G.Ia - Metodî tehniceskovo tvortcestva. Ed.Liesma, Riga, 1974.
20. Buş G.Ia - Metodologhiceskie osnovî naucinovo upravlenia izobretatelistvom. Ed.Liesma, Riga 1974.
21. Buş G.Ia - Rojdenie izobretateliskih idei. Ed. Liesma, Riga, 1976.
22. Hansen F. - Osnovî obscei metodiki konstruirovania. Traducere din limba germană.Ed. Maşinostroenie, Moskva, 1969.
23. Hansen F. - Konstruktionswissenschaft Grundlagen und Methoden. VEB Verlag Technic, Berlin, 1976.
24. Koller R. - Konstructionamethode für den Mashinen Geräte und Apparatebau. Springer Verlag, Berlin, 1976.
25. Pahl G. Beitz W. - Konstructionslehre. Springer Verlag Berlin, 1977.
26. Rodenacher W.G. - Methodisces Konstruiren. Regeln und Beispile. Krausskopf Verlag, Mainz, 1972.
27. Krik E. - Vvedenie v injinernoe delo. Ed. Energhia, Moskva, 1970.
28. Dickson John - Design Engineering. Inventiveness, Analisys and Decision Making. Mc. Graw Hill Book New - York, 1969.
29. Hill Percy - The Science of Engineering Design. Holt-Rinehart and Winston Inc. New-York, 1970.
30. Crory Mc. R.J. - *The Design Method in Practice*. In The Design Method. London, Ed. Bunterwordhs, 1966.

31. Orlov P.I. - Osnovî konstruirovania I. Ed. Maşinostroenie, Moskva, 1968.
32. Mindlin Ia. Z. - Loghica konstruirovania. Ed. Maşinostroenie, Moskva, 1969.
33. Polovinkin A.I. şi colab. - Metodî poiska novîh tehniceskih reşenii Ed. Mariisk. Iuşkar-Ola, 1976.
34. Dvoreanchin A.M., Polovinkin A.I., Sobolev A.M. - Metodî sinteza tehniceskih reşenii. Ed. Nauka, Moskva, 1977.
35. Polovinkin A.I. şi colab. - Avtomatizaţia poiskovo konstruirovania, Ed. Radio i Sveazi, Moskva, 1981.
36. Truşkin V.P. - Zapiski konstructora. Ed. Moskovskii Rabocii, 1981, p.237.
37. Altşuler şi colab. - Pravila igrî bez pravil. Ed. Karelia - Petrozavodsk 1989.

CAPITOLUL 14

INFORMAREA ŞI SINTEZA DOCUMENTARĂ A INFORMAŢIILOR

Activitatea generală a cercetătorului şi creatorului de tehnică, în condiţiile revoluţiei tehnico-ştiinţifice contemporane nu poate fi desprinsă de o amplă şi profundă documentare tehnico-ştiinţifică.

Ştiinţa şi tehnologia sînt determinate de dezvoltarea practicii sociale, dar această determinare este totdeauna mediată de cunoştinţele dobîndite anterior, cunoştinţe care trebuie şi sînt utilizate de orice cercetător sau creator în domeniul tehnicii, dornic să rezolve o problemă nouă, aşa cum orice producător de bunuri materiale sau culturale pune întotdeauna la contribuţie, pe lîngă aportul său de efort, talent şi inventivitate, tot ceea ce înaintaşii au produs mai bun în domeniul respectivei creaţii.

În felul acesta, are loc îndelungatul proces de integrare a cunoştinţelor anterioare în cele viitoare, de continuă perfecţionare şi adîncire a acestora, proces în cadrul căruia informarea cercetătorului asupra creaţiilor precedente ocupă un loc de frunte, cercetătorul trebuind să culeagă, să examineze, să trieze şi să sistematizeze documentele în care sînt prezentate stadiul actual al ştiinţei şi cel al tehnicii în domeniul dat.

Ignorarea acestui adevăr îl poate conduce pe creatorul de tehnică la eforturi îndelungate, inutile şi, uneori, cu rezultate de-a dreptul penibile.

Informarea şi sinteza informaţiilor poate constitui etapa hotărîtoare de pregătire în creaţia tehnică, dar totodată poate deveni sursa principală a blocajelor şi inerţiei psihologice, cele mai importante frîne ale procesului de creaţie.

De aceea, consider că proiectantul creativ trebuie să îndeplinească în această etapă următoarele condiţii de bază:

a) Să îmbine gîndirea convergentă, în vederea aprofundării soluţiilor constructiv-funcţionale existente, cu cea divergentă, în vederea corelării soluţiilor existente, necesară creării unei corecte imagini de ansamblu.

b) Să abordeze critic soluţiile existente, cu ochi de inventator sau, aşa cum susţine prof.dr.ing.M.W.Thring din Anglia, cu ochii unui extraterestru, care permanent îşi pune întrebarea: "Oare de ce se face în acest mod, nu s-ar putea pe altă cale, mai eficientă?" [1].

c) Să se evite pe cît posibil închiderea psihologică a sistemului de informaţii, folosind noile metode de sinteză a informaţiilor, cum sînt diagrama ideilor, matricea morfologică a ideilor sau chiar obiectul generalizat al creaţiei tehnice [2].

d) Însăşi sinteza informaţiilor să capete o notă personală, originală, o trambulină de pe care se poate efectua un salt mult mai lung, decît de pe o trambulină bazată pe un tratat sau manual al unei autorităţi în domeniu, de la care împrumutăm, prin forţa lucrurilor, nu numai sistemul informaţional, ci şi modul de a gîndi; ori, pentru a realiza lucruri noi, trebuie să şi gîndim într-un mod nou - original. Cele de mai sus pot fi susţinute şi de o experienţă personală a autorului; în anul 1959, în urma analizei cursului de Proiectarea sculelor aşchietoare, pe care abia începusem să-l predau studenţilor Facultăţii de mecanică, am fost criticat, pe bună dreptate, de către comisie, că nu prezint şi procedeele de ascuţire a burghielor elicoidale atît de importante, atît pe plan naţional cît şi mondial, pentru reducerea consumului de scule. În rezolvarea problemei, nu m-am rezumat la tratatele, manualele şi monografiile pe care le aveam la dispoziţie, ci am început documentarea cu revistele de referate şi articole de specialitate, sintetizînd informaţiile după criterii stabilite personal, prezentîndu-le final într-un tabel comparativ, în care pe verticală erau înscrise procedeele de ascuţire cunoscute, iar orizontal, funcţiile necesare, acordîndu-se pentru fiecare funcţie semnele +, 0 sau - . În felul acesta s-a putut contura o imagine globală asupra soluţiilor existente, neinfluenţată de autorităţile din domeniu şi din care rezultă o importantă concluzie critică asupra stadiului respectiv al tehnicii. "O complexitate cinematică exagerată faţă de scop". Abia după circa 15 ani am aflat că de fapt aplicasem spontan metoda deciziei impuse din ingineria valorii, iar tema de creaţie formulată "Un nou procedeu simplificat cinematic" a condus la realizarea a 12 invenţii, dintre care 3 cu caracter pilot, brevetate şi în SUA, RFG, Elveţia, Franţa, Italia etc., premiate la expoziţiile naţionale şi internaţionale.

Pe această bază, în conformitate cu fluxul general al inventicii (fig.13.2), etapa de informare şi sinteză preliminară a informaţiilor, cuprinde 8 proceduri de bază, dispuse în următoarea ordine:

- analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare;
- analiza brevetelor de invenţii;
- analiza standardelor, normelor departamentale şi a celor interne;
- analiza prospectelor, cataloagelor de produse şi a reclamelor;
- analiza articolelor de specialitate;
- analiza monografiilor şi compararea cu datele sintetizate personal;
- analiza tratatelor, manualelor şi îndrumarelor;
- confruntarea cu băncile centralizate naţionale de date;

După cum se constată, ultimele trei proceduri sînt necesare numai pentru confruntarea datelor presistematizate, culese personal, cu datele sintetizate de către autorităţile în domeniu sau prin intermediul mijloacelor electronice de calcul.

e) Să-şi dezvolte şi să-şi folosească permanent capacitatea proprie de vizualizare, în special în cazurile cînd materialul consultat nu este ilustrat, în vederea creării finale a unei imagini vizualizate de ansamblu asupra stadiului actual al tehnicii din domeniul investigat.

f) Să-şi coreleze procedurile de informare şi sinteză preliminară a informaţiilor din prima etapă, organizate după sursele de informaţii, cu procedurile de constituire a fondului informaţional special din etapa a doua - organizate tematic - logic şi cu cele de

sinteză a informaţiilor, în vederea formulării preliminare a temei de creaţie, din cea de a treia etapă.

În cele ce urmează se prezintă principiile de bază şi elemente de metodică pentru desfăşurarea celor opt proceduri ale primei etape.

14.1. Analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare

Informarea asupra soluţiilor constructiv-funcţionale existente, pentru a fi eficientă, trebuie să pornească de la consultarea revistelor de referate, recenzii, semnalare, care, cu toate că nu cuprind decît maximum 50% - 80% din articolele, brevetele, monografiile, manualele şi tratatele publicate pe plan mondial, reprezintă calea principală de depistare a materialelor publicate în domeniul care îl interesează pe inventator. Sarcina documentării în domeniul construcţiilor de maşini, de exemplu, este întrucîtva simplificată, întrucît, în general, cercetătorul trebuie să studieze numai materiale publicate în ultimii 10-15 ani. Proiectantul de concepţie trebuie să găsească o soluţie de echilibru între cantitatea foarte ridicată de material informativ, exigenţele informării şi timpul disponibil pentru aceasta. Aşa cum o informare superficială poate conduce la surprize neplăcute în fazele superioare ale proiectării creative, exagerarea şi absolutizarea "O operă mare, la care urmaşii să nu mai adauge nimic" poate conduce la un consum inutil de energie, care să producă sterilitate în fazele hotărîtoare ale procesului de creaţie tehnică. Analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare are drept scop depistarea acelor brevete, articole de specialitate şi monografii care privesc obiectul proiectării creative.

Pentru a găsi titlurile lucrărilor de bază, intrate în bibliotecile din ţară, se poate folosi cu succes revista de titluri, seria Construcţii de maşini, editată de Institutul Naţional de informare şi documentare. Fişele de semnalare pe care le conţine publicaţia prezintă titlul lucrării tradusă în limba română, datele bibliografice pentru identificarea lucrării originale, descriptori şi indici de clasificare pentru caracterizarea conţinutului informaţional al acesteia.

Pot fi folosite cu succes revistele de referate publicate în străinătate; dintre acestea cea mai cuprinzătoare este revista "Referativnîi jurnal" cu cele 12 serii din domeniul construcţiilor de maşini ale acesteia, în care sînt cuprinse 75 - 85% din lucrările publicate pe plan mondial. Datorită faptului că o mare parte din referate sînt semnate de specialişti şi oameni de ştiinţă cunoscuţi în domeniu, conţinînd uneori şi consideraţii critice, materialele analizate pot servi ca o bază serioasă pentru a trece în fazele următoare de analiză a articolelor de specialitate, brevetelor, monografiilor, normelor şi prospectelor.

Un număr mai redus de referate, cuprinzînd 30 - 40 % din ce se publică pe plan mondial în domeniul construcţiilor de maşini, publică revista franceză de semnalare „Bulletin Signalétique" seria *Sciences de l'ingénieur*.

Drept sursă de depistare a principalelor lucrări în domeniu, poate fi folosită şi revista germană de referate "Technischez Zentral-Blatt Abteilung Maschinenwesen"

Pentru inventatorii din domeniul industriei chimice, în afară de seriile corespunzătoare din "Referativnîi jurnal" "Bulletin Signalétique" sau "Technisches

Zentral-Blatt" o bogată sursă de informare o constituie "Chemical Abstracts" publicată în SUA.

14.2. Analiza brevetelor de invenţii

Pentru proiectantul creator din domeniul construcţiilor de maşini, informarea pe bază de brevete constituie principala formă de documentare, din următoarele motive:

- noile soluţii constructiv-funcţionale serioase apar dintîi (2-5 ani mai devreme) sub formă de brevete publicate şi abia după aceasta sub formă de articole de specialitate, prospecte, standarde sau monografii;

- descrierile de invenţii sînt superioare altor izvoare de documentare prin faptul că în fiecare descriere se tratează sistematic, o singură temă, tipărirea făcîndu-se în fascicule. Însuşi modul standard de redactare a unei invenţii, care presupune prezentarea stadiului actual al tehnicii în domeniu, critica acestui stadiu, evidenţierea lipsurilor, enunţarea soluţiei de principiu, care elimină lipsurile, prezentarea tehnică detaliată a noii soluţii, a avantajelor şi a revendicărilor, care sintetizează contribuţia personală a inventatorilor, uşurează atît citirea şi analizarea invenţiilor, cît şi formarea unei păreri generale asupra stadiului actual al tehnicii şi a lipsurilor acesteia. De aceea, în ţările dezvoltate industrial, brevetele sînt consultate sistematic de către specialişti, în vederea informării nu numai asupra soluţiilor celor mai noi, ci şi asupra orientării spre care se îndreaptă preocupările pe plan mondial, la un moment dat.

Sursa principală o reprezintă brevetoteca de la Oficiul de Stat pentru Invenţii şi Mărci, care conţine peste 15 milioane de descrieri de invenţii acordate în principalele ţări industriale. În medie, circa 30 % din descrieri conţin cîte 2-3 pag. tipărite, 50% cîte 5-10 pag., 12 % cîte 10-15 pag., 6 % cîte 50-100 pag., iar 2 % peste 100 pag. tipărite, însoţite de zeci şi sute de figuri [3], [4].

Dar consultarea descrierilor de invenţii este necesară şi pentru analiza purităţii de brevet, în special pentru noile soluţii constructiv-funcţionale proprii, destinate exportului; în acest sens, cu toate că soluţia de ansamblu este originală, aceasta poate avea în structură brevete străine în vigoare pentru detalii; de exemplu, un autoturism are în medie în structură 600-700 brevete în vigoare pentru motor, suspensie, amortizare, carburator, frîne etc. O freză frontală armată cu elemente demontabile, cu toate că pare simplă ca structură, poate conţine totuşi mai multe brevete, pentru sistemul de poziţionare-fixare al sculei, pentru dinţii cu plăcuţe demontabile, pentru poziţionarea-fixarea dinţilor sau plăcuţelor, pentru reglarea poziţiei reciproce a acestora, pentru procedeul de restabilire a calităţilor aşchietoare, pentru reascuţire, pentru şuruburi, pene, locaşuri etc. Achiziţionarea unei licenţe de fabricaţie pentru o anumită construcţie poate astfel antrena şi necesita achiziţionarea licenţelor de brevet de la terţi, cu consumul respectiv, suplimentar de valută. Iată din ce cauză trebuie combătută părerea falsă a unor specialişti din domeniul construcţiilor de maşini în conformitate cu care numai soluţiile publicate în revistele de specialitate, în monografii, prospecte, manuale, tratate sînt soluţii reale,

aplicate şi verificate în practică, pe cînd cele din descrierile de invenţii, nu reprezintă de cele mai multe ori decît deziderate şi fantezii ale inventatorilor, fără nici o valoare practică.

Este evident că proiectantul creativ trebuie să-şi concentreze atenţia pe brevetele apărute în ultimii 15 ani şi care sînt deci în vigoare.

Analiza literaturii de brevete trebuie efectuată însă, nu numai în etapa de informare şi sinteza informaţiilor, ci în toate etapele şi fazele proiectării creative, aşa cum rezultă din tabelul sintetic 14.1 privind scopurile şi problemele de rezolvat în diferitele stadii ale proiectării creative elaborat de către I.Kicikin şi E.Skorneakov [5]:

Cel mai important sistem de clasificare a brevetelor este sistemul internaţional de clasificare (anexa 7), pe baza căruia acestea pot fi consultate în sala de lectură a brevetotecii centrale de stat, fie prin procurarea de microfilme, fotocopii sau xerocopii. Începînd cu 1 iulie 1962 şi pe descrierile româneşti de invenţii se aplică clasificarea internaţională, care cuprinde 8 secţiuni, 20 subsecţiuni, 115 clase şi 607 subclase, iar pentru unele domenii şi grupe şi subgrupe.

Cele 8 secţiuni sînt notate cu litere mari ale alfabetului latin, după cum urmează:

A - satisfacerea condiţiilor de viaţă ale omului;
B - procese şi utilaje de lucru;
C - chimie şi metalurgie;
F - construcţii;
D - industria textilă şi a hîrtiei;
F - mecanică aplicată, iluminat, încălzit, motoare şi pompe, armament;
G - fizica tehnică;
H - electricitate.

Evident că pentru proiectantul creator din domeniul construcţiilor de maşini, de exemplu, secţiunile de bază sînt în ordine, B, F şi D.

Clasele se notează cu cifre arabe, iar subclasele prin litere latine mici de mînă. Subclasele se pot împărţi în două grupe, notate de regulă prin cifre impare şi în subgrupe, notate cu cifre pare. Prima subgrupă din fiecare grupă se notează cu indexul 00, constituind o rubrică de rezervă pentru indicarea unor invenţii care nu pot fi notate cu ajutorul subgrupelor curente ale respectivei grupe.

Gradul de subordonare între grupe şi subgrupe se exprimă suplimentar, prin folosirea alături de cifra respectivă a unui punct sau a mai multor puncte de distanţare.

O sursă importantă de informare asupra brevetelor o constituie *buletinele pentru invenţii şi mărci* editate de oficiile naţionale pentru invenţii şi mărci din diferite ţări, în care se prezintă informaţii asupra invenţiilor înregistrate, invenţiilor brevetate, însoţite, uneori, ca de exemplu în Buletinul român pentru invenţii şi mărci şi de un rezumat şi revendicări. Aceste informaţii apar mult mai devreme decît descrierile detaliate de invenţii.

În buletinele oficiale se prezintă şi indexul de nume de autori şi numere de invenţii înregistrate, acordate, scoase de sub protecţie sau care şi-au schimbat titularul, licenţele de brevet etc.

Tabelul 14.1

Stadiul	Probleme de rezolvat	Scopul şi conţinutul informării	Adîncimea prospectării (ani)
Planificare	Stabilirea temei de cercetare-proiectare	Fundamentarea necesităţii includerii temei în plan; evitarea reinventării unor lucruri cunoscute; fundamentarea recomandării pentru achiziţionarea de licenţă	10
Precizarea temei de creaţie (tema pentru proiectul tehnic)	Formularea scopului proiectului creativ şi a indicatorilor săi tehnico-economici	Determinarea tendinţelor în dezvoltare, a nivelului tehnic actual şi a producţiei, a nivelului tehnic mondial şi a celui de perspectivă	15-20
Elaborarea soluţiei de principiu	Generarea ideilor, a noii soluţii de bază şi analiza variantelor posibile	Fundamentarea alegerii optimale a structurii de bază funcţie de nivelul tehnic mondial, de brevet şi a competitivităţii variantelor de rezolvare	50
Proiect prototip experimental	Concretizarea constructivă a schemei structurale a noii construcţii, a procesului tehnologic sau a procedeului	Determinarea, în scopul asigurării unui ridicat nivel tehnic, a brevetabilităţii şi a altor indicatori care caracterizează noua soluţie în comparaţie cu cele cunoscute pe plan mondial şi în perspectivă	50
Proiect tehnic	Dezvoltarea constructiv-tehnologică a diferitelor organe şi subansamble sau a diferitelor operaţii ale procedeului	Idem pentru detalii	50

În afară de Buletinul român care prezintă numai invenţiile înregistrate de către Oficiul Naţional de Stat pentru invenţii şi mărci (OSIM) trebuie consultate şi buletinele oficiale ale ţărilor celor mai avansate din punctul de vedere al industriei construcţiilor de maşini (SUA, Anglia, URSS, RFG, Franţa, Japonia, Elveţia etc.).

Astfel, în SUA apare "Official gazette of the US. Pat. Ofiice", în Anglia "Official journal (Patents), în RFG "Auszüge aus den Patentanmeldungen" şi "Auszüge aus den

Ofenlegungsschrihten", în Franţa "Bullétin Official de la propriété industrielle", în Japonia "Tokke Koxo", în Elveţia "Schweizerisches Patent Blatt" etc.

Din anul 1972 apare în URSS o deosebit de utilă publicaţie "Izobretenia za rubejom" Iar din 1978 "Izobretenia v SSSR i za rubejom" care cuprinde toate invenţiile brevetate şi publicate în URSS şi în SUA, Anglia, Franţa, RFG, Elveţia şi Japonia, incluzînd deci toate datele publicate în buletinele oficiale ale acestor ţări. Între anii 1972-1974 publicaţia era editată în 33 de serii tematice, corespunzător celor mai importante secţiuni şi clase de clasificare internaţională, iar în 1975 numărul acestora a crescut la 40. Fiecare volum din serie are trei părţi: într-o primă parte, împărţită în 7, corespunzător celor 7 ţări, se prezintă într-o ordine crescătoare a indicilor internaţionali de clasificare referatele asupra invenţiilor acordate. Pentru comoditatea utilizării informaţiilor, fiecare referat are forma unui tichet-fişă, decupabil, pe a cărui parte frontală este prezentată traducerea în limba rusă a referatului, revendicărilor, numărul de înregistrare, numărul brevetului acordat, prioritatea convenţională, date despre titular şi autori, index şi clasificări internaţionale, naţionale şi zecimale universale, numărul buletinului oficial naţional în care a apărut în original informaţia şi data publicării. Pe dosul fişei se prezintă date bibliografice, referatul original în limba naţională şi schema de principiu.

În partea a doua a buletinului sînt prezentate informaţii bibliografice asupra invenţiilor sovietice brevetate în celelalte şase ţări avansate şi asupra brevetelor analoage prezentate deja (prin brevet analog înţelegîndu-se brevetul avînd aceeaşi titulari, autori şi conţinut, brevetat într-o altă ţară, decît în cea în care a fost înregistrată iniţial).

În partea a treia sînt prezentaţi indicatorii numerici şi sistematici pentru fiecare din cele şapte ţări. Indicatorul numeric conţine numărul buletinului sau a înregistrării, clasa internaţională şi numărul buletinului oficial naţional.

Indicatorul sistematic conţine clasa în clasificarea naţională şi numărul brevetului sau a înregistrării.

Într-un singur număr, din cele 12 care apar anual (nr.11-1980), al revistei "Izobretenia v SSSR i za rubejom" seria 26 (B 23 - Prelucrarea metalelor prin aşchiere, maşini-unelte, scule, procedee şi dispozitive pentru prelucrarea metalelor) sînt prezentate 334 invenţii sovietice, 86 germane, 46 franceze, 19 engleze, 99 americane, 101 japoneze şi 24 elveţiene în domeniu.

Metodologia cercetării riguroase a literaturii de brevete comportă parcurgerea a 4 etape caracteristice [5]:

a) precizarea obiectului cercetării, în cadrul căreia, proiectantul creativ, după ce se familiarizează în prealabil cu sistemele de clasificare şi cu particularităţile structurii rubricilor apecifice temei, precizează obiectul cercetării şi elaborează capul de tabel sistematic cel mai adecvat;

b) stabilirea grupului de ţări investigat, funcţie în primul rînd de gradul de dezvoltare industrial-tehnologică specifică a acestora;

c) stabilirea intervalului de timp de investigare, funcţie de etapa concretă a proiectului creativ; în acest sens, pentru etapa de informare şi sinteza informaţiilor, este suficientă o profunzime de 10-15 ani, în timp ce pentru etapa de evaluare şi analiză inginerească, de stabilire a brevetabilităţii noii soluţii, este necesară o cercetare mai profundă, pe un interval de 50 de ani;

d) cercetarea de fond a descrierilor de invenţii.

Din punctul de vedere al mijloacelor şi al tacticii adoptate, cercetarea descrierilor de invenţii poate fi de tipul tematic (după obiectul invenţiei), *nominal* (după ţări, firme, titulari, autori), *cercetarea prin intermediul trimiterilor bibliografice şi cercetarea gamei de patente analoage*.

În analiza şi sinteza informaţiilor pe bază de brevete se poate apela la serviciile Oficiului de stat pentru invenţii şi mărci, care se efectuează, contra cost, după cum urmează:

1. - Efectuarea de cercetări-documentare din descrierile brevetelor de invenţii şi transmiterea copiilor de pe descrierile care se încadrează în tema dată.

2. - Efectuarea cercetării "purităţii de brevet" pe teritoriul român pentru produsele asimilate de unităţi pe baza modelelor de referinţă străine.

3. - Identificarea brevetelor care conţin aceeaşi soluţie brevetată în mai multe state, plecînd de la firmă (titulari), ţară, dată de prioritate, număr de înregistrare naţional sau un număr de brevet, pentru perioada 1960 - la zi (brevete analoage).

4. - Transmiterea copiilor xerox de pe descrierile invenţiilor solicitate de beneficiar prin comandă individuală, nominalizînd numărul de brevet sub comandă, abonament pe ţări şi pe o clasă dată.

5. - Punerea la dispoziţia specialiştilor spre consultare în sala de lectură OSIM a colecţiilor de brevete de invenţii organizate pe ţări şi ani de publicare, specialiştii OSIM acordînd asistenţa tehnică necesară selectării descrierilor din domeniul dat.

6. - Punerea la dispoziţia specialiştilor în sala de lectură a OSIM a indexurilor cu date bibliografice din brevete, editate cu ajutorul calculatorului, din principalele ţări dezvoltate industrial.

7. - Transmiterea pe bază de comandă fermă a listelor editate prin calculator care conţin datele bibliografice din băncile de date CAPRI şi ASBA-INPADOC, pentru perioada 1920 - pînă la zi.

8. - Transmiterea pe bază de comandă fermă a copiilor benzilor magnetice conţinînd băncile de date CAPRI-INPPADOC, beneficiarul asigurînd benzile magnetice vide şi costul prelucrării pe calculator.

14.3. Analiza standardelor, normelor departamentale, normelor interne

Consultarea critică a standardelor, normelor departamentale şi a celor interne prezintă o importanţă deosebită în sinteza informaţiilor, dat fiind rolul acestora în raţionalizarea activităţii tehnice pe plan naţional şi internaţional. Majoritatea standardelor din domeniul, de exemplu, al construcţiilor de maşini apar la indicativul C.12 - industria de maşini pentru uz general şi au rolul de a fixa nivelul ferm naţional al soluţiilor constructiv-funcţionale la data redactării standardului. Fiind şi un normativ de stat, standardul trebuie respectat în elaborarea noilor soluţii, iar dacă aceasta nu este posibil, după realizarea, experimentarea şi verificarea industrială, standardele corespunzătoare se revizuiesc. De obicei, standardele dintr-un anumit domeniu sînt grupate în culegeri de standarde şi comentarii, care apar periodic în biblioteca standardizării. În acest sens le sînt cunoscute

proiectanţilor culegerile tematice de standarde "fonte şi oţeluri", "scule aşchietoare", "organe de maşini" etc.

14.4. Analiza prospectelor, cataloagelor de produse şi a reclamelor

Cu tot caracterul lor optimist-exagerat, prospectele şi reclamele firmelor de prestigiu din domeniul construcţiilor de maşini reprezintă una din sursele de bază de informare asupra celor mai noi realizări din domeniu. Ca şi brevetele de invenţii, prospectele şi reclamele apar mult înaintea articolelor de specialitate şi a monografiilor şi pot fi consultate la serviciile de proiectări ale întreprinderilor constructoare de maşini funcţie de profilul acestora.

14.5. Analiza articolelor de specialitate

După stabilirea titlurilor, autorilor şi publicaţiilor în care au apărut articole de specialitate, care interesează direct în cadrul temei date, proiectantul creativ trece la analiza articolelor de specialitate "in extenso", concentrîndu-şi atenţia numai pe aspectele care îl interesează direct, astfel încît şi în această fază să îmbine operativitatea cu profunzimea analizei. În acest scop, creatorul de tehnică trebuie să-şi dezvolte permanent capacitatea de citire rapidă a materialului documentar, combinată cu aprofundarea temeinică a aspectelor esenţiale în această fază; soluţiile găsite trebuie privite critic, depistîndu-le deficienţele de bază, fără a le subestima însă calităţile. Marea majoritate a articolelor de specialitate sînt publicate în revistele de profil, precum şi în Analele institutelor de învăţămînt superior tehnic, contribuind substanţial la înţelegerea bazelor teoretico-experimentale ale noilor soluţii brevetate în lume. Dintre revistele de specialitate, de exemplu, din domeniul construcţiilor de maşini, pot fi citate: "Maschinenbautechnik", "Werkstadt und Betrieb", "Industrie Anzeiger", "Das Industrie Blatt", "Fertigungstechnik" în RFG, "Machine moderne" şi "Machine outil" în Franţa, "Machinen markt" în Elveţia, "Strojirnstvi" şi "Strojrenstvi Viroba" în RSC, "Kikai ghidziutu", "Mechanical engineering" şi "Transactions of JSME" în Japonia, "Construcţia de maşini" din România, "Maşinostroenie", "Stanki instrument", "Motor" în URSS etc.

14.6. Analiza monografiilor

Monografiile prin caracterul lor unitar, îngust, sistematic şi de sinteză al stadiului ştiinţei şi tehnicii din domeniu mergînd pînă la 3-5 ani înainte de data apariţiei, de multe ori sintetizînd lucrări valoroase de specialitate realizate chiar de autorul monografiei - supraspecializat în domeniu, reprezintă o importantă sursă de documentare pentru proiectantul creativ. Este totuşi recomandabil, în vederea evitării blocajelor şi inerţiei psihologice, chiar din faza de documentare, ca analiza monografiilor să fie amînată după

sistematizarea proprie a soluţiilor şi articolelor de specialitate, pe baza unor criterii proprii de clasificare. De altfel, analiza monografiilor are drept scop principal confruntarea sintezei proprii cu cea a unor autorităţi în domeniu, efectuată mai devreme cu cîţiva ani.

14.7. Analiza capitolelor din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare

Informarea pe baza capitolelor şi subcapitolelor din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare, prezintă importanţă în special datorită gradului înalt de sistematizare şi de organizare a acestor materiale, dar pentru evitarea accentuării "*inerţiei psihologice*" această fază a documentării trebuie amînată după efectuarea sintezei proprii a informaţiilor. Într-adevăr, capitolele din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare sînt organizate în urma unei filtrări a cunoştinţelor din domeniu, prin prisma gîndirii personale a autorilor - autorităţi în domeniu - şi este subordonată criteriului transmiterii cît mai operative şi eficiente a cunoştinţelor către cititor, avînd de multe ori un caracter închis-blocant din punct de vedere psihologic, în timp ce sistematizarea informaţiilor de către proiectantul creator este subordonată criteriului critic al depistării lipsurilor stadiului actual al tehnicii în domeniu, stabilirii pe această bază a criteriilor proprii de clasificare, elaborării diagramei şi a matricelor morfologice a ideilor, a obiectului generalizat al creaţiei tehnice, precum şi formulării temei de sinteză creativă a unei noi construcţii de maşină, procedeu sau tehnologie.

14.8. Confruntarea cu băncile centralizate de date

Informarea individuală a inventatorului, desfăşurată pe considerente de ordin psihologic, independent şi în ordinea precizată a consultării surselor de informaţii, conduce la o sinteză preliminară ori finală a informaţiilor asupra soluţiilor tehnice cunoscute, care însă trebuie confruntată cu băncile centralizate, de date, din următoarele motive:

- relevarea unor soluţii nedepistate cu mijloacele pe care le-a avut la dispoziţie inventatorul;
- împrumutul unor idei de organizare şi reordonare a masei de informaţii, utilizabile în etapele următoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Thring M. W. - A preda inventivitatea. În Rev. Construcţia de maşini, 9/1969.
2. Belous V. şi Severincu M. - *Asupra unor metode analitice de creaţie tehnică.* Lucrările sesiunii "Creaţia tehnică şi fiabilitatea în construcţia de maşini, vol. "Maşini-unelte, scule, dispozitive", Rotaprint, Iaşi, 1980.

3. Bădărău A. - *Cercetarea colecţiei de descrieri de brevete de invenţii româneşti*. Revista Invenţii şi Inovaţii, 1966, nr.5, pp.179-184.
4. Pau E. şi Negoiţă C. - *Cercetarea temeinică a brevetelor de invenţii*. Revista Invenţii şi inovaţii nr.6, 1966.
5. Kicikin I.I. şi Skorneakov E. P. - Patentnîie issledovaniia pri kursovom i diplomnom proiektirovanii v vîsşih ucebnîh zaved eniiah. Maşghiz Vîsşaia şcola, 1979, pp.18-20.
6. Arteniev şi colab. Patentovedenie. Maşinostroienie, Moskva, 1976.
7. Belous V. - Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica, Editura Junimea Iaşi, 1986.

CAPITOLUL 15

CONSTITUIREA FONDULUI INFORMAŢIONAL SPECIAL

Întrucît procesele de creaţie tehnică reprezintă procese de prelucrare a informaţiilor stocate în vederea realizării unor noi informaţii - originale, cea de a doua etapă de informare şi sinteză a informaţiilor, cu caracter pronunţat tematic, avînd drept obiectiv de bază constituirea fondului informaţional special, are un rol de maximă importanţă în parcurgerea drumului pînă la elaborarea şi implementarea industrială a unei soluţii tehnice-originale-eficiente; cu cît mai multe date şi legi de compoziţie rezonantă, cu atît probabilitatea sintetizării unor soluţii de valoare este mai mare.

Constituirea fondului informaţional special presupune, în conformitate cu fluxul general al inventicii, folosirea următoarelor 8 proceduri de bază (fig.13.2) [1]:

1 - constituirea fondului de efecte (principii) fizice utilizabile;

2 - constituirea fondului de soluţii tehnice existente;

3 - elaborarea listei generale a cerinţelor tehnice;

4 - elaborarea listei de materiale şi elemente constructive aplicabile;

5 - elaborarea listei proceselor tehnologice de fabricaţie folosibile;

6 - elaborarea listei demersurilor, tehnicilor, procedurilor şi metodelor de creaţie folosibile;

7 - elaborarea listei soluţiilor tehnice de vîrf;

8 - elaborarea listei metodelor de apreciere ştiinţifică a valorii soluţiilor tehnice din clasa dată.

Din analiza conţinutului acestor proceduri, se constată că unele dintre acestea au pentru activitatea de creaţie a inventatorului un caracter strategic, fiind utilizabile pe întreaga perioadă a vieţii creative a acestuia, cum sînt procedurile 1, 4, 5, 6, şi 8, în timp ce celelalte proceduri (2, 3 şi7) au un caracter tactic, valabil numai pentru rezolvarea problemei date de creaţie tehnică.

15.1. Constituirea fondului de efecte (principii) fizice utilizabile

Fondul general al efectelor fizice (al principiilor fizice) utilizabil de către inventatorii din diversele domenii ale tehnicii se ridică la peste 700 [1], dar se reduce substanţial în cazul unor domenii distincte ale tehnicii, iar în situaţia unor sisteme tehnice concrete se reduce la un număr restrîns de ordinul unităţilor sau a zecilor.

Considerăm că un inventator de profesie trebuie să-şi selecteze din fondul general interdisciplinar, un *fond de bază specializat pentru domeniul în care crează,* iar pentru cazurile concrete de căutări creative, în cadrul unui anumit sistem tehnic, să elaboreze *un tabel special de efecte fizice utilizabile*, care să cuprindă efectul fizic W, acţiunea de intrare A, obiectul fizic asupra căruia se acţionează B şi efectul de ieşire C.

Acest tabel trebuie completat cu fişe speciale descriptoare pentru fiecare din efectele fizice interesante.

Luînd în consideraţie faptul că invenţiile cele mai profunde, invenţiile fundamentale, invenţiile pilot, se sintetizează prin folosirea unor noi principii fizice de funcţionare, inventatorul profesionist trebuie să fie permanent cu ochii la principiile fizice moderne, consultînd cît mai des lucrările de fizică destinate prezentării şi analizei noilor efecte (principii) fizice şi să-şi îmbogăţească permanent fondul de bază specializat.

15.2. Constituirea fondului de soluţii tehnice existente

Fondul de soluţii tehnice al clasei date de sisteme tehnice trebuie să conţină, în urma parcurgerii etapei de informare şi sinteză preliminară a informaţiilor, pe cît posibil, soluţiile tehnice cele mai interesante, de perspectivă, substanţial diferenţiate una în raport cu celelalte şi clasificate în următoarele grupe de bază:

- soluţii tehnice contemporane larg utilizate;
- soluţiile cele mai noi, supuse deja experimentării şi verificării;
- soluţiile brevetate în ultimii ani;
- soluţiile tehnice vechi interesante;

Trebuie, de asemenea, evidenţiat separat, un *fond special al soluţiilor tehnice de nivel mondial*, depistate prin primele patru proceduri ale etapei de informare şi sinteză preliminară a informaţiilor.

15.3. Elaborarea listei generale a cerinţelor tehnice

Masivul informaţional al cerinţelor pentru soluţiile tehnice căutate este de maximă importanţă pentru inventator, contribuind la constituirea unei imagini globale idealizate a obiectului căutărilor; conform unui principiu praxiologic elementar, nu poate fi optimizată acţiunea umană dacă nu sînt precizate obiectivele acesteia.

Mulţimea cerinţelor tehnice (atributelor) trebuie clasificată şi prezentată în liste separate de cerinţe, de exploatare, constructive, tehnologice, ergonomice, economice, reparator-profilactice etc. folosindu-se datele obţinute în special prin procedurile 1.3 şi 1.4 din etapa precedentă.

15.4. Elaborarea listei de materiale şi elemente constructive aplicabile

În procesul de elaborare a noii soluţii, prin folosirea tehnicilor şi metodelor de creaţie logice deductive, logico-intuitive sau intuitive, inventatorul îşi corelează eforturile de concepţie cu adoptarea prealabilă a materialelor de bază din care se structurează obiectul creaţiei.

În definitivarea materialelor pentru organele componente ale obiectului creaţiei, faza de concretizare a materialelor constituente reprezintă o importanţă majoră, întrucît prin rezolvarea optimală a acestei faze se pune maximal în valoare noua soluţie şi nu rareori, pot apărea noi perfecţionări a însăşi soluţiei de principiu.

Prezenţa unei bogate game de materiale utilizabile, precum şi apariţia în ultimii ani a unor noi materiale, cu noi proprietăţi, cere din partea inventatorului multă pricepere, multe cunoştinţe şi abilitate în alegerea optimală a materialelor din structura propriei sale invenţii.

Rolul revoluţionar pe care l-au avut noile materiale, în dezvoltarea tehnologiei şi a însăşi societăţii, este cunoscut; epoci întregi ale dezvoltării societăţii poartă denumirea materialului dominant - epoca bronzului, epoca fierului etc.

Dacă în dezvoltarea procedeelor şi utilajelor de prelucrare prin aşchiere rolul revoluţionar l-au avut sculele aşchietoare, dezvoltarea însăşi a sculelor aşchietoare a fost revoluţionată de apariţia unor noi materiale, cum sînt: oţelul rapid sau carburile metalic sinterizate.

Realizările spectaculoase din domeniul cosmonauticii sînt de neconceput fără apariţia prealabilă a materialelor corespunzătoare înalt rezistente şi termostabile.

Alegerea corectă a materialului reprezintă în acelaşi timp o artă şi o ştiinţă; pentru a-i conferi un cît mai pronunţat caracter cantitativ-ştiinţific, în prezentul paragraf se prezintă principiile de bază privind stabilirea optimală a materialelor din structura noilor concepţii în construcţia de maşini, funcţie de care trebuie structurat şi fondul de materiale utilizabile.

Elaborarea listei de materiale utilizabile, legate de principiile generale ale structurării materiale a noilor soluţii tehnice presupune următoarele subproceduri:

- prezentarea generală a proprietăţilor fizico-mecanice ale materialelor utilizabile;
- prezentarea matricii generale de corespondenţă dintre material şi procesul de formare;
- prezentarea matricii generale de corespondenţă dintre material şi procedeele de îmbinare;
- prezentarea principiilor de bază ale alegerii raţionale a materialelor din structura noii soluţii.

15.4.1. *Proprietăţile fizico-mecanice ale materialelor*

Stabilirea optimală a materialelor din structura noii creaţii tehnice se realizează pornind de la proprietăţile fizico-mecanice de bază ale acestora, de rezistenţă, plasticitate, rigiditate, duritate, rezistenţă la oboseală, rezistenţă la şocuri, prelucrabilitate etc.

Caracteristicile determinate prin încercări convenţionale de întindere a epruvetei standard sînt următoarele:

- limita de elasticitate (proporţionalitate) definită ca efort maxim pe care-l poate suporta materialul fără deformaţii remanente;
- limita de curgere, definită ca efort la care se produce o alungire substanţială fără o creştere sensibilă a acestuia;
- limita de rezistenţă, definită ca efort la care se produce ruperea epruvetei;
- E - modulul de elasticitate, definit ca raport între efort şi deformaţie, în zona elastică a acesteia;
- alungire specifică, definită ca raport între creşterea lungimii epruvetei şi lungimea iniţială a acesteia, exprimată în procente;
- deformaţia critică, definită ca alungire specifică în momentul ruperii;
- plasticitatea, definită ca o capacitate a materialului faţă de deformaţia plastică, fără rupere, la o aplicare lentă a forţei deformante, măsurabilă cel mai frecvent prin alungirea specifică;
- rigiditatea, definită ca o capacitate a materialului de a suporta fără deformaţii substanţiale, încovoierea, întinderea, compresia şi torsiunea şi apreciată, de regulă, prin modulul de elasticitate E.

În afară de aceste proprietăţi, pe inventator îl mai interesează:

- duritatea (Brinell, Rockwell);
- rezistenţa la oboseală la un ciclu alternant simetric;
- rezistenţa la şocuri (rezilienţa);
- rezistenţa la forfecare;
- rezistenţa la torsiune;
- coeficientul de frecare în raport cu perechea cinematică;
- coeficientul de conductivitate termică;
- rezistenţa la uzură abrazivă, termomoleculară, termochimică etc. în raport cu perechea cinematică;
- coeficientul de dilatare termică;
- temperatura de termostabilitate, definită ca temperatură limită la care poate fi încălzit materialul, fără ca în urma răcirii să se producă modificări ale proprietăţilor fizico-mecanice;
- prelucrabilitatea prin aşchiere, definită drept capacitatea materialului de a putea fi prelucrat prin aşchiere cu forţe şi momente moderate, cu o bună rezistenţă la uzură a sculei folosite, cu o bună calitate de suprafaţă şi precizie;
- prelucrabilitate prin deformare la cald;
- prelucrabilitate prin deformare la rece;
- capacitatea de ambutisare etc.

Inventatorul, atît în etapa creativă a inventicii, cît şi în etapa de concretizare a proiectului de execuţie, trebuie să aibă în vedere şi alternativa folosirii noilor materiale, în special a maselor plastice, ale căror avantaje în raport cu metalele rezidă în următoarele:

- greutate specifică redusă;
- stabilitatea chimică crescută;
- stabilitate mai mare la şocuri şi vibraţii;
- transparenţă sau semitransparenţă;
- capacitate crescută de absorbţie a vibraţiilor şi zgomotelor;
- rezistenţă superioară la uzură;
- nu necesită, de regulă, lichide de ungere;
- prelucrabilitate mai ridicată;
- posibilitate de colorare în adîncime;
- preţ de cost scăzut.

Masele plastice prezintă însă şi unele dezavantaje în raport cu metalele, printre care se pot enumera:

- rezistenţă mecanică mai mică;
- duritate mai mică;
- coeficient de dilatare termică crescut;
- sensibilitate mai mare la răcire şi la deformaţii mecanice;
- termostabilitate inferioară;
- fragilitate mare la temperaturi scăzute;
- modificări ale dimensiunilor sub acţiunea umezelii sau a solvenţilor;
- inflamabilitate;
- scăderea proprietăţilor fizico-mecanice sub acţiunea razelor ultraviolete.

15.4.2. *Prezentarea matricii generale de corespondenţă dintre material şi procedeul de formare*

Luarea în considerare numai a celor 6 proprietăţi fizico-mecanice de bază nu este suficientă; este necesar să se ia în consideraţie, pe de o parte, forma piesei, iar pe de altă parte, procedeul de fabricaţie de bază preconizat. În acest scop, se pot folosi matrice de idei de tipul celei din tabelul 15.1, din care se poate alege metalul pentru construcţia unor piese de formă complexă - fasonată, funcţie de procedeul de formare [2].

15.4.3. *Prezentarea matricei generale de corespondenţă dintre materiale şi procedeele de îmbinare*

Fără existenţa acestei matrice materializate (tabelul 15.2) pe hîrtie sau vizualizate la nivelul conştient şi subconştient al activităţii cerebrale a inventatorului, sinteza structurii materiale a obiectului creaţiei tehnice devine imposibilă. Inventatorul trebuie să facă dese incursiuni în revistele de specialitate din domeniul metalurgic, maselor plastice,

Tabelul 15.1

Metalul sau aliajul / Procedeul de formare													
Turnare în pământ	*	*	*	*	*	o	*	*			o		o
Turnare în formă peliculară	*	o	o	*	*			o					
Turnare în formă permanentă	*	o		*	o	o	*	o			o		o
Turnare sub presiune				*	o	*	*				o		*
Turnare în formă de ghips				*	*								
Turnare cu modele fuzibile		*	o	*	*		*	o	o				
Turnare centrifugă	*	*	*	o	o			o				o	
Matriţare la cald - matriţe deschise	o	*	*	o	o		o	o		o		o	
Matriţare la cald - matriţe închise cu preformare		*	*	o	o		o	o		o		o	
Matriţare obişnuită		*	*	o	o		o	o		o		o	
Matriţare de precizie				o	o		o						
Forjare cu refulare		*	*	o	o		o	o		o		o	
Refulare la rece		*	o	*	*	o		o	o				
Formare prin şoc		o		*	o	o	o				o	o	o
Strunjire profilată	o	*	o	*	*		o	*	o	o		o	o
Sinterizare	*	*	o	o	*		o	o	*			o	
Galvanoplastie	*			o	*	o		*	*		o		o
Extrudere		o		*	*	o	*	o		o	o	o	
Laminare profilată		*	*	*	*		*	*		o		*	
Profilarea tablei		*		o	o		o					o	o
Turnare continuă		o		*	*	o							

* - materiale des folosite

o - materiale care au început să fie folosite în tehnologia modernă

tratamentelor termice etc. pentru a îmbogăţi continuu acest tabel.

15.4.4. ***Alegerea raţională a materialului*** **presupune, prin urmare, luarea în consideraţie a următorilor factori de bază sintetizaţi anterior:**

- proprietăţile fizico-mecanice;
- prelucrabilitatea;
- capacitatea de finisare şi înnobilare a suprafeţelor;
- capacitatea de îmbinare;
- preţul de cost.

Inventatorul experimentat se orientează rapid pentru satisfacerea acestor factori; totuşi, pentru creşterea gradului de obiectivitate a deciziei de adoptare a unui anumit material, este utilă folosirea tehnicii matricelor ponderate de idei.

Dacă, de exemplu, trebuie ales materialul optim pentru construcţia capacului unui nou tip de aspirator, inventatorul va trebui să ia în consideraţie următoarele criterii specifice:

- proprietăţi mecanice medii;
- materialul trebuie să fie uşor ambutisabil, să fie uşor şi rezistent la şocuri;
- capacitate superioară de finisare şi înnobilare a suprafeţei prin acoperiri;
- preţ de cost mai mic decît a materialelor pieselor de bază ale aspiratorului.

Pornind de la aceste criterii şi de la alternativa folosirii aluminiului, tablei de oţel, aliajului de cupru sau a unei mase reacto-plastice, rezultă matricea din tabelul 15.3.

Tabelul 15.3

Materialul	Criteriul	Proprietăţi mecanice 0,3	Capacitate de ambutisare 0,2	Capacitate de finisare şi înnobilare prin acoperiri 0,2	Costul 0,3	Total 1,0
Aluminiu		1,0 / 0,3	0,9 / 0,18	0,9 / 0,18	0,5 / 0,15	0,81
Tablă oţel		1,0 / 0,3	0,8 / 0,16	0,7 / 0,14	0,8 / 0,24	0,84
Aliaj de cupru		0,8 / 0,24	0,9 / 0,18	0,8 / 0,16	0,3 / 0,09	0,67
Masă reactoplastică		0,3 / 0,09	1,0 / 0,2	1,0 / 0,2	1,0 / 0,30	0,79

Acordîndu-se pentru criteriile 1 şi 4 un coeficient de importanţă 0,3, iar pentru criteriil 2 şi 3 un coeficient de 0,2, rezultă că pentru tabla din oţel cifra valorică este cea

Tabelul 15.2

Procedeul de îmbinare / Material	Sudură prin arc	Sudură cu flacără	Sudură prin contact	Lipitură tare	Lipitură moale	Lipire prin: - reactoplast (RP) - termoplast (TP) - elastomer (EM)		Lipire cu epoxizi	Prin filet	Nituire
Fontă	5	4	3	1	3	5 pt RP	3 pt TP	5	5	4
Oţel carbon	4	4	4	4	1	5 pt RP	3 pt TP	5	4	4
Oţel inoxidabil	4	5	4	4	5	5 pt RP	3 pt TP	5	4	5
Aluminiu, mangan	5	5	5	5	3	5 pt RP	3 pt TP	4	5	5
Cupru	5	5	5	4	4	5 pt RP	3 pt TP	5	5	5
Nichel	4	5	4	4	5	5 pt RP	3 pt TP	5	4	5
Titan	5	5	5	1	5	3 pt RP	0 pt TP	5	4	5
Cositor, zinc	5	5	3 pt Zn	0	4	4	4	4	4	4
Mase termoplastice	4	4	5	0	0	5	5	3	3	4
Mase reactoplastice	0	0	0	0	0	5 pt RP		5	5	5
Elastomeri	0	0	0	0	0	4		5	3	4
Îmbinare între metale diferite	1	1	1	2	4	4 pt RP		4	5	5
Îmbinare metal/nemetal	0	0	0	0	0	4		4	5	4
Îmbinare între nemetale diferite	1	1	0	0	0	4		4	3	4

0 - Nu se foloseşte
1 - Greoaie
2 - Posibilă
3 - Rar utilizată
4 - Recomandabilă
5 - Larg utilizată

mai ridicată -0,84 foarte aproape de această soluţie optimă situîndu-se alternativa folosirii aluminiului cu o cifră valorică apropiată de 0,81.

15.4.5. *Elaborarea listei elementelor constructive aplicabile*

Luîndu-se în consideraţie faptul că orice soluţie tehnică reprezintă un ansamblu de elemente constructiv-funcţionale în corelaţie, structura noilor soluţii eficiente este cu atît mai probabilă, cu cît fondul elementelor constructiv-funcţionale, specifice este mai bogat. Acest fond se constituie din desfăşurarea celor 8 proceduri de bază din etapa precedentă, folosindu-se, în primul rînd, lucrările de organe de maşini şi de construcţii specifice din domeniu.

15.5. Elaborarea listei proceselor tehnologice de fabricaţie utilizabile

Desfăşurarea acestei proceduri permite asigurarea realismului tehnologic al soluţiilor sintetizate şi trebuie să conducă la realizarea unor liste specializate după:

- grupa utilajelor tehnologice existente în întreprinderea în care lucrează inventatorul;
- grupa utilajelor tehnologice utilizabile în localitatea în care îşi are domiciliul inventatorul;
- grupa utilajelor tehnologice existente în alte întreprinderi din ţară sau chiar din străinătate.

Trebuie realizată o evidenţă separată pe:

- procedee de prelucrare utilizabile;
- procese tehnologice complete utilizabile;
- utilaje tehnologice utilizabile.

Treptat, tehnologiile utilizabile se transferă de pe liste în conştiinţa inventatorului, devenind un instrument informaţional natural de maximă eficienţă.

Aşa cum a rezultat din paragraful precedent, selectarea tehnologiilor optime este indisolubil legată de lista materialelor utilizabile şi capacitatea acestora de a fi prelucrate.

15.6. Elaborarea listei demersurilor, tehnicilor, procedurilor, metodelor euristice şi constituirea fondului informaţional corespunzător reprezintă un obiectiv strategic, de maximă importanţă asigurîndu-l pe inventator cu mijloacele de luptă necesare.

Acest fond constă din:

- fondul interdisciplinar de demersuri şi proceduri creative (anexele 1,2 şi 3) din care se constituie fondul individual-specializat (paragraful 11.3.1.2);
- fondul general al căutărilor creative (paragraful 12.4.1) din care se selectează fondul specific de proceduri de căutare;
- lista tehnicilor intuitive de creaţie;
- lista tehnicilor logice de creaţie;

- lista metodelor intuitive de creaţie;
- lista metodelor logice de creaţie, toate expuse în capitole precedente ale lucrării.

15.7. Elaborarea listei soluţiilor tehnice de vîrf

În această a doua etapă a inventicii, selectarea soluţiilor tehnice de vîrf se face preliminar, folosind procedurile generale 1.1, 1.3 şi 1.4 din etapa precedentă, lista urmînd a fi definitivată printr-o analiză ştiinţifică, abia în etapa următoare - a treia, în urma aplicării procedurii 3.5 de reordonare pe baza cifrelor valorice a soluţiilor tehnice existente.

15.8. Elaborarea listei metodelor de apreciere ştiinţifică a valorii soluţiilor tehnice din clasa dată

Funcţie de domeniul în care lucrează, funcţie de pregătirea sa profesională, inventatorul îşi alege din mulţimea metodelor de evaluare şi selectare a soluţiilor tehnice, metodele care îi convin mai mult ca, de exemplu, *metoda deciziei impuse* din ingineria valorii, expusă în cadrul exemplului prezentat în paragraful 12.2.6, *metoda evaluărilor experte, analiza multicriterială, metoda comparaţiei experimentale etc.*

Inventatorul trebuie să fie convins de faptul, că de constituirea competentă, cu mare grijă, cu tenacitate, a fondului informaţional, depinde în primul rînd eficienţa demersurilor sale creative şi implementarea industrială a soluţiilor proprii.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. şi colab. - Avtomatizaţia poiskovovo konstruirovania (iskustvenîi intelect v maşinom proiectirovanii) Ed. Radio i Sviazi, Moskva, 1981.
2. Hill Percy - The Science of Engineering Design. Holt, Rinehart and Wisnton Inc. New-York, 1970.

CAPITOLUL 16

FORMULAREA PRELIMINARĂ A TEMEI DE CREAŢIE

Parcurgerea primelor două etape ale inventicii, destinate informării şi sintezei preliminare a informaţiilor şi constituirii fondului informaţional special, permite abordarea primei părţi propriu-zise a procesului inventiv în tehnică - *formularea preliminară a temei de creaţie sau inventarea temei.* Pentru aceasta însă este necesară folosirea unui număr de 8 proceduri de bază de prelucrare a informaţiilor şi anume (fig.13.2):

1 - determinarea funcţiilor (atributelor) la nivel calitativ;
2 - determinarea cantitativă a funcţiilor;
3 - ponderarea şi reordonarea funcţiilor;
4 - determinarea cifrelor valorice ale soluţiilor existente;
5 - reordonarea soluţiilor existente după cifrele valorice; stabilirea soluţiilor de vîrf;
6 - determinarea lipsurilor soluţiilor (sistemelor) tehnice contemporane;
7 - elaborarea diagramei iniţiale a ideilor;
8 - elaborarea matricelor morfologice iniţiale a ideilor;

16.1. Determinarea funcţiilor (atributelor) la nivel calitativ [1] presupune, în primul rînd, formularea funcţiei de bază în conformitate cu relaţia

$$F = (D,G,H)$$

şi cu tabelul sintetic descriptor.

În acest sens, funcţia principală F a unui burghiu elicoidal este burghierea (D) unor piese din material plin (G) prin aşchiere (H), iar drept funcţii secundare (atribute) pot fi enumerate:

- rezistenţa la uzură, de care depinde direct durabilitatea şi productivitatea;
- realizarea unei anumite rugozităţi minime admise ale alezajului prelucrat;
- realizarea unor abateri dimensionale şi de formă minime;
- stabilitate la vibraţii;
- capacitatea de evacuare continuă a aşchiilor;
- consum de energie şi încărcare mecanică, minime etc.

16.2. Determinarea cantitativă a funcţiilor necesită cuantificarea componentelor funcţiei F; în acest sens, revenind la exemplul burghiului elicoidal, formularea cantitativă are următoarea formă: burghierea din plin, prin aşchiere, a pieselor din oţel dur cu $H_B \geq 300$, cu viteze de 25 - 30 m/min, a unor găuri cu diametrul 25 mm şi cu o lungime 160 mm, cu o lărgire a alezajului care să nu depăşească 0,15 mm şi cu o rugozitate R_a de cel mult $\sqrt[4]{}$.

16.3. Ponderarea şi reordonarea funcţiilor (atributelor, criteriilor) se face după tehnica deciziei impuse, expusă pe larg în paragraful 3.5 consacrat formulării prin deducţie a temelor de creaţie şi în exemplul de aplicare a metodei obiectului generalizat din paragraful 12.2.6. Această tehnică presupune utilizarea următoarelor proceduri [2]:

- ponderarea funcţiilor (atributelor, criteriilor) prin stabilirea coeficienţilor corespunzători de importanţă (tabelul 12.4);
- reordonarea funcţiilor (atributelor, criteriilor) după coeficienţii de importanţă (tabelul 12.5).

16.4. Determinarea cifrelor valorice N_v ale soluţiilor existente se realizează folosind relaţia generală (3.7)

$$N_v = \frac{1}{D} \sum_{i=A}^{i=N} K_i D_i \qquad (3.7)$$

în care, $K_i = K_A, K_B \ldots K_N$ sînt coeficienţii de importanţă ai fiecărei funcţii (atribut, criteriu), $D_i = D_A, D_B, \ldots, D_N$ este numărul de decizii pozitive din punctul de vedere al criteriilor A...N, iar D este numărul total de decizii relative pozitive.

În acest scop, se foloseşte fondul de soluţii tehnice existente, obţinut prin procedura 2.2, iar rezultatele se înscriu într-un tabel (tabelul 3.5) şi apoi tabelul 12.6.

16.5. Reordonarea soluţiilor existente după cifrele valorice şi stabilirea soluţiilor de vîrf se obţine pe baza cifrelor valorice N_v obţinute prin intermediul relaţiei (3.7) şi a tabelului de tip 3.5 sau 12.6. Se pot considera soluţii de vîrf soluţiile cu cele mai mari cifre valorice - net diferenţiate în raport cu celelalte soluţii cunoscute. Cînd diferenţierile nu sînt nete, se consideră convenţional drept soluţii de vîrf, primele 10 - 20 % din totalul soluţiilor comparate.

16.6. Determinarea soluţiilor tehnice contemporane se obţine tot pe baza tabelelor de determinare a cifrelor valorice (tabelele 3.5. sau 12.6), întrucît în aceste tabele, fiecare soluţie este comparată cu toate celelalte soluţii existente, pe rînd, funcţie de fiecare funcţie - criteriu - atribut.

În acest sens, din tabelul 3.7 rezultă că soluţia de vîrf *a*, optimă în cadrul stadiului actual al tehnicii, este slabă sub aspectul criteriului C şi foarte slabă sub aspectul criteriului E, iar din tabelul 12.6, că soluţiile de vîrf B_3C_5 şi B_3C_6 sînt slabe sub aspectul reparabilităţii la avarii RA, respectiv al tehnologicităţii de ansamblu TA.

16.7. Elaborarea diagramei iniţiale a ideilor

După parcurgerea primelor două etape şi a primelor proceduri ale etapei a treia, este posibilă elaborarea unei diagrame preliminare a ideilor - mijloc de bază pentru vizualizarea de ansamblu a stadiului actual al tehnicii în domeniu. Aşa cum a rezultat din paragrafele 10.2.8 şi 10.2.9 (figurile 10.28 şi 10.29)), elaborarea diagramei ideilor începe cu fixarea domeniilor mai largi, apoi a subdomeniilor, a tipurilor, a variantelor constructiv-funcţionale etc. prezentarea acestora, în urma elaborării prealabile a schemelor de principiu pentru toate soluţiile tehnice cunoscute, prin imagini şocante - sugestive, imprimabile şi conservabile timp îndelungat la nivelul subconştientului inventatorului.

Deschiderile diagramei de idei la fiecare nivel de clasificare a soluţiilor, poate constitui un important mijloc de depistare a noilor soluţii încă din această fază, dar ceea ce este mai important, de a formula cît mai sugestiv tema de creaţie, aşa cum a rezultat şi din exemplul din paragraful 10.2.9.

16.8. Elaborarea matricelor morfologice iniţiale ale ideilor reprezintă, de asemenea, un important mijloc pentru trecerea la formularea şi dezvoltarea temelor de creaţie, în special prin faptul că asigură reprezentarea nu numai a tuturor soluţiilor tehnice existente, dar şi a combinaţiilor posibile dintre elemente, atribute, părţi, la un anumit nivel de dezvoltare a tehnicii.

În afară de matricele plane, spaţiale, liniile de matrici etc. prezentate în paragrafele 10.2.1 şi 10.2.2, reprezentarea mulţimii soluţiilor existente, precum şi a celor posibile prin diverse combinaţii, este realizabilă şi prin enumerarea lexicografică prezentată în paragraful 10.2.5.

16.9. Formularea prealabilă a temei de creaţie

Sub aspectul gradului de noutate, tema de creaţie se poate formula în două variante de bază:

- perfecţionarea soluţiilor tehnice celor mai avansate, prin eliminarea lipsurilor acestora evidenţiate prin procedura 3.6,
- realizarea unei soluţii tehnice principial noua, care să satisfacă maximum parametrilor cantitativi ai funcţiilor (atributelor criteriilor) evidenţiate prin procedura 3.2.

Sub aspectul scopului în care se dirijează eforturile creative, prin prisma obiectivului general al ingineriei valorii, maximizarea raportului $\frac{\sum V_i}{\sum C_i}$ dintre valoarea globală de întrebuinţare şi cheltuielile globale pentru obţinerea acesteia (paragrafele 3.5, 3.6 şi 3.7), se pot distinge trei speţe de teme de creaţie [3]:

- realizarea unor soluţii tehnice noi care să mărească substanţial valoarea de întrebuinţare $\sum V_i$ sau unele componente determinante ale acesteia;
- realizarea unor noi soluţii tehnice, care să minimizeze costurile de fabricaţie $\sum C_i$ sau anumite componente ale acestora;
- realizarea echilibrării dintre componentele corespunzătoare V_i / C_i, dintre valorile elementare de întrebuinţare şi costurile acestora.

16.10. Formularea generică a temei de creaţie, fără folosirea termenilor specializaţi, reprezintă un important demers psihologic, în vederea diminuării inerţiei psihologice, prin folosirea tehnicilor metaforice. Schema unei astfel de formulări este următoarea [1], [4], [5]:

- se dă sistemul tehnic prin descrierea elementelor sale funcţionale de bază;
- un anumit element (care se indică) în condiţiile (se indică în ce condiţii) dă un efect nedorit (efect care se specifică);
- se cere eliminarea acestui efect.

O altă variantă de formulare se poate realiza prin înlocuirea termenilor speciali prin sinonimele acestora luate din tezaurul de termeni tehnici, din enciclopedii tehnice şi din diferite dicţionare.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A,I. şi colab. - Avtomatizaţia poiskovovo konstruirovania (iscustvenîi intelect v maşinom proiectirovanii) Ed. Radio i Sviazi, Moskova, 1981.
2. Belous V. - Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica, Ed. Junimea, Iaşi, 1986.
3. Belous V., Stefani T. - *Elaborarea logică a temelor de creaţie tehnică, în vederea creşterii ponderii superproduselor şi al supertehnologiilor.* În revista Economică (supliment) nr.24 12.06.1987, pp.36.
4. Altşuler G.S. - Algoritm izobretenia. Ed. Moskovskii rabocii, 1973.
5. Buş G. Ia. - Metodologhiceskie osnovî naucionovo upravlenia izobretatelistvom. Ed. Liesma, Riga, 1974.

CAPITOLUL 17

ANALIZA TEMEI DE CREAŢIE

Aşa cum s-a stabilit din studiul cunoscutei metode psihologice de creaţie - sinectica lui W.I. Gordon [1], [2], expusă în paragraful 11.2.2, etapa 4 - o etapă de bază, de *enunţare a problemei aşa cum aceasta a fost înţeleasă*, presupune în primul rînd *înţelegerea*, bazată pe *analiză, sugestii imediate şi purjare.*

Analiza în grup prezintă avantajul folosirii eficiente şi operative a fondului natural de informaţii din cadrul a mai multor creiere umane, dar *nu poate înlocui decît parţial*, o analiză metodică - ştiinţifică a temei, fondată pe un stoc informaţional practic exhaustiv - constituit în mod special.

Analiza metodică - ştiinţifică a temei de creaţie presupune, în cazul cel mai general interdisciplinar, folosirea următoarelor 19 proceduri de bază (fig.13.2) [3]:

1 - elaborarea arborelui evoluţiei clasei de sisteme tehnice analizate;

2 - evidenţierea tendinţei dezvoltării clasei de sisteme tehnice analizate;

3 - sinteza prognozelor de dezvoltare;

4 - determinarea factorilor de bază care influenţează hotărîtor dezvoltarea sistemelor tehnice analizate;

5 - determinarea factorilor de bază care influenţează asupra dezvoltării sistemului tehnic dominant - avansat;

6 - determinarea posibilităţilor de amplificare a atributelor soluţiilor reprezentative;

7 - enumerarea lipsurilor eliminabile şi evidenţierea lipsurilor principale de eliminat;

8 - ordonarea lipsurilor în ordinea dificultăţii eliminării acestora;

9 - evidenţierea cauzelor apariţiei lipsurilor;

10 - analiza posibilităţilor combinării scopurilor rezolvării temei de creaţie;

11 - verificarea oportunităţii (caracterului realist al temei de creaţie;

12 - studiul condiţiilor de atingere a scopurilor;

13 - construirea schemei ierarhice;

14 - verificarea posibilităţii rezolvării temei prin modificări ale obiectelor adiacente;

15 - stabilirea oportunităţii problemei în prezent şi în viitorul apropiat;

16 - elaborarea diagramei finale a ideilor;

17 - elaborarea matricelor morfologice finale ale ideilor;

18 - elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice;
19 - constituirea unei imagini ideale a soluţiei tehnice căutate.

17.1. Elaborarea arborelui evoluţiei clasei de sisteme tehnice analizate presupune folosirea datelor obţinute prin procedurile 3.5, 3.7 şi 3.8 ale etapei precedente şi prin procedurile 2.2 şi 2.7 de structurare a fondului informaţional special.

Arborele evoluţiei trebuie să cuprindă istoria perfecţionării sistemului tehnic de la apariţie pînă în prezent, acordîndu-se o deosebită atenţie în cadrul fiecărei etape a evoluţiei, evidenţierii diferenţelor noilor construcţii faţă de prototip.

17.2. Evidenţierea tendinţei dezvoltării clasei de sisteme tehnice analizate prezintă importanţă în special sub aspectul orientării eforturilor creative ale inventatorului pe o direcţie de evoluţie determinată statistic, în special în urma analizei brevetelor de invenţii (procedura 1.20) şi a folosirii procedurii precedente de elaborare a arborelui sau lanţului evoluţiei constructive.

17.3. Sinteza prognozelor de dezvoltare reprezintă o consecinţă directă a celor două proceduri precedente, coroborată cu analiza, încă din prima etapă, a prospectelor, cataloagelor de produse şi a reclamelor (procedura 1.4).

17.4. Determinarea factorilor de bază care influenţează hotărîtor dezvoltarea sistemelor tehnice analizate presupune, folosind şi rezultatele procedurilor precedente (2.2, 2.7, 3.1, 3.2, 3.6, 4.1, 4.3), stabilirea cauzelor care au determinat de fiecare dată, elaborarea unei noi modificări a soluţiei tehnice.

17.5. Determinarea factorilor de bază care influenţează asupra dezvoltării sistemului dominant-avansat

Clasa dominantă de sisteme tehnice se determină prin apropierea funcţională a acesteia faţă de clasa analizată şi prin ritmurile mai rapide de progres tehnic. În acest sens construcţiile aerospaţiale reprezintă clasa de sisteme tehnice conducătoare în raport cu construcţiile de automobile, după cum construcţia de maşini este conducătoare în raport cu construcţiile civile, iar construcţiile cosmice în raport cu cele aeronautice.

Luarea în consideraţie a factorilor de bază care populează sistemul tehnic avansat poate dinamiza eficient sistemul tehnic analizat.

17.6. Determinarea posibilităţilor de amplificare a atributelor soluţiilor reprezentative reprezintă un pas important spre formularea ştiinţifică - precisă a temei de creaţie şi presupune folosirea, în primul rînd, a rezultatelor obţinute prin procedurile

3.2, 3.3, 3.4, ...4.5 şi masivelor informaţionale obţinute prin procedurile 2.1, 2.3, 2.4 şi 2.7.

17.7. Enumerarea lipsurilor eliminabile şi evidenţierea lipsurilor principale de eliminat reprezintă procedura de bază care conduce la formularea finală a temei de creaţie, eliminarea lipsurilor principale reprezentînd obiectivul de bază al oricărei teme de creaţie.

17.8. Ordonarea lipsurilor în ordinea dificultăţii eliminării acestora presupune folosirea tehnicii deciziei impuse, constînd din compararea între ele a lipsurilor sub aspectul dificultăţii de eliminare şi reordonarea acestora.

17.9. Evidenţierea cauzelor apariţiei lipsurilor presupune determinarea, pe măsura posibilităţilor, pentru fiecare dintre lipsurile evidenţiate anterior, a cauzei (cauzelor) apariţiei acestora, în vederea studierii ulterioare a posibilităţilor de eliminare a lipsurilor de la rădăcină, prin eliminarea cauzelor care le generează şi a precizării pe această bază a temei de creaţie.

17.10. Analiza posibilităţii combinării scopurilor rezolvării temei de creaţie reprezintă o procedură de bază, care permite selectarea scopurilor interintensificatoare, intercontradictorii şi interdependente şi pe această bază şi a combinaţiilor de scopuri celor mai de perspectivă, cunoscîndu-se faptul că polifuncţionalitatea reprezintă una dintre cele mai eficiente calităţi ale obiectului creaţiei.

17.11. Verificarea oportunităţii (caracterului realist) al temei de creaţie (folosindu-se şi procedurile precedente 3.9, 4.6, 4.9 şi masivele informaţionale obţinute prin procedurile 2.1, 2.2, 2.4, 2.5 şi 2.7) faţă de nivelul de dezvoltare al ştiinţei, tehnicii şi industriei contemporane are drept scop principal aprecierea preliminară a fezabilităţii fizice, tehnice şi tehnologice şi-l asigură pe inventator faţă de unele consumuri ulterioare inutile de resurse şi de eforturi de rezolvare a problemei.

17.12. Studiul condiţiilor de atingere a scopurilor, prin folosirea şi a procedurilor precedente 3.6, 4.1 ... 4.11, are drept scop evidenţierea factorilor favorabili şi nefavorabili faţă de obiectivul propus, de ordin psihologic, etic, juridic, ergonomic, ecologic etc., concomitent cu clarificarea faptului dacă nu cumva există factori care să blocheze integral rezolvarea problemei de creaţie.

17.13. Construirea sistemei ierarhice în cadrul căreia se evidenţiază, ca elemente componente, sistemul tehnic dat (analizat) şi alte obiecte sau sisteme tehnice conexe, se stabilesc legăturile dintre sistemul tehnic analizat şi obiectele şi sistemele tehnice învecinate şi se verifică corespondenţa acestor legături după parametrii de bază, permite o abordare sistematică a rezolvării creative a temei de căutare.

17.14. Verificarea posibilităţii rezolvării temei prin modificări ale obiectelor adiacente reprezintă o procedură-consecinţă a procedurii precedente şi presupune o comparaţie tehnico-economică a formulării iniţiale a temei de creaţie (procedurile 3.6 şi 4.6) cu problema introducerii unor modificări în obiectele vecine. Dacă aceasta de a doua alternativă apare ca mai eficientă, ea trebuie prelucrată după procedurile 3.1...3.9 şi 4.1....4.11.

17.15. Stabilirea oportunităţii problemei în prezent şi în viitorul apropiat constituie o procedură de bază, care, de regulă, poate conduce la una dintre următoarele trei concluzii:

- rezolvarea temei devansează mult ritmul de dezvoltare a domeniului tehnic analizat şi în prezent, în ansamblu, nu determină o îmbunătăţire a funcţionării complexului existent de sisteme tehnice;
- gradul de actualitate corespunde cerinţele dezvoltării complexe a domeniului tehnic analizat;
- problema este de mare actualitate, întrucît rezolvarea acesteia elimină "*locul îngust*" în domeniul tehnic sau tehnologic analizat.

În primul caz, problema trebuie considerată ca inoportună, în timp ce în cel de al treilea caz, rezolvarea problemei este strict necesară.

17.16. Elaborarea diagramei finale a ideilor

După parcurgerea etapelor şi procedurilor precedente, inventatorul îşi poate sintetiza o imagine de ansamblu asupra întregului sistem contemporan de soluţii tehnice în problema analizată, prin intermediul unei diagrame finale a ideilor, care, aşa cum a rezultat din paragrafele 10.2.8, 10.2.9 şi din figurile 10.28 şi 10.29, asigură atît vizualizarea globală a stadiului contemporan al tehnicii în domeniu, cît şi deschiderea spre noi soluţii la toate nivelele de clasificare.

Folosirea acestei proceduri, în această etapă, presupune parcurgerea următoarelor subproceduri:

- stabilirea criteriilor finale de clasificare şi clasificarea soluţiilor existente:
- simbolizarea şi reprezentarea sugestivă - esenţializată-grafică a soluţiilor existente;
- reprezentarea grafică de ansamblu a diagramei ideilor.

17.17. Elaborarea matricelor morfologice finale ale ideilor reprezintă o procedură care reuneşte într-un ansamblu unic, toate combinaţiile, biasamblările, triasamblările posibile, cunoscute şi necunoscute, acestea din urmă subclasificîndu-se în consonante şi disonante (discordante, incompatibile) din rîndul celor consonante selectîndu-se în fazele următoare, cu mare probabilitate şi soluţia optimă.

Aşa cum a rezultat din capitolul 10 şi paragraful 12.1, matricele de idei pun în evidenţă numai combinaţiile posibile cu elementele formatoare din interiorul acestora, constituind sub acest aspect un sistem închis şi relativ limitat. Cu toate acestea elaborarea matricelor finale de idei constituie o solidă trambulină nu numai pentru precizarea temei de creaţie, dar şi ca sursă de idei combinative.

17.18. Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice reprezintă o modalitate perfecţionată pentru prezentarea globală vizualizată a soluţiilor tehnice existente şi posibile, cu deschideri la nivelul fiecărui ansamblu formator, îmbinînd avantajele diagramei de idei şi ale matricei morfologice de idei, concomitent cu eliminarea dezavantajelor acestora, aşa cum a rezultat din paragraful 10.2.10, destinat cercetării morfologice prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice şi din paragraful 12.2 destinat metodei de căutare prin constituirea obiectului generalizat al creaţiei tehnice.

17.19. Constituirea unei imagini ideale a soluţiei tehnice căutate (a soluţiei tehnice perfecte) constituie o procedură care concretizează obiectivul final-idealizat al căutărilor.

Drept soluţie tehnică perfectă trebuie să se înţeleagă, aşa cum a rezultat din capitolul 3, în care sînt expuse bazele praxiologice ale inventicii, soluţia care asigură performanţe maxime cu un minim de investiţii materiale şi intelectuale, conform cu expresiile eficienţei acţiunii umane 3.1, 3.2 şi 3.3 şi cu obiectivul de bază al inventicii şi al ingineriei valorii - cu performanţa tehnico-economică P, dată de relaţia

$$P = \frac{V_i}{C} \qquad (3.4)$$

în care, V_i este valoarea totală de întrebuinţare, iar C este ansamblul cheltuielilor materiale pentru obţinerea acesteia.

Soluţia tehnică ideală (perfectă) are diverse formulări funcţie de domeniul tehnic analizat şi funcţie de analiza istorică a evoluţiei sistemului (procedurile 4.1...4.5).

Cu cît imaginea soluţiei tehnice ideale (perfecte) este mai clară, cu atît mai organizate şi mai eficiente pot fi procedurile şi demersurile de căutare a acesteia.

BIBLIOGRAFIE

1. Gordon W.I.I. - Synectics. Harper and Brothers, New-York. 1961.
2. Belous V. - Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica, Ed. Junimea Iaşi, 1986.

CAPITOLUL 18

PRECIZAREA ŞI DETALIEREA TEMEI DE CREAŢIE

De regulă, formulările temei de creaţie obţinute prin folosirea procedurilor 3.9, 3.10, 4.6, 4.9 şi 4.14, nu conţin decît cerinţele funcţionale de bază pentru sistemul tehnic dat, cerinţe care nu iau în consideraţie o serie de factori care asigură capacitatea de lucru şi eficienţa acestuia şi ca atare, în etapa a 5-a a inventicii, se elaborează lista integrală a cerinţelor faţă de soluţia căutată, incluzînd cerinţe de exploatare, constructive, tehnologice, de reparaţii, economice, ergonomice, ecologice etc. apreciate nu numai calitativ, ci şi cantitativ - în interacţiunea acestora.

În această etapă se disting următoarele 14 proceduri de bază [1];

1 - elaborarea listelor cerinţelor faţă de soluţiile tehnice actuale;

2 - elaborarea cerinţelor pentru sistemul tehnic căruia îi aparţine tema formulată;

3 - comparaţia dintre lista cerinţelor şi indicatorii sistemului tehnic optim existent;

4 - delimitarea cerinţelor care, în mod evident, nu pot fi modificate în rezolvarea temei;

5 - depistarea cerinţelor false şi eliminarea acestora din listă;

6 - ierarhizarea cerinţelor prin tehnica deciziei impuse;

7 - evidenţierea cerinţelor principale ale sistemului tehnic dat;

8 - evidenţierea cerinţelor noi;

9 - determinarea parametrilor de intrare (input) şi de ieşire (output) ale sistemului tehnic studiat;

10 - evidenţierea legăturilor funcţionale dintre parametrii de intrare şi cei de ieşire;

11 - analiza parametrilor de intrare, ca parametri de ieşire ai sistemului precedent, iar a parametrilor de ieşire, ca parametri de intrare ai sistemului următor;

12 - evidenţierea contradicţiilor îmbunătăţirii sistemului tehnic analizat;

13 - ilustrarea grafică a contradicţiilor îmbunătăţirii sistemului tehnic analizat;

14 - selectarea îmbunătăţirilor celor mai importante.

18.1. Elaborarea listelor cerinţelor faţă de soluţiile tehnice actuale presupune enumerarea tuturor cerinţelor faţă de funcţia formulată prin procedurile 3.2, 3.3 şi masivul informaţional obţinut prin procedura 2.3. La elaborarea acestor liste, este

recomandabilă analiza funcţiilor sistemului tehnic pînă la nivelul ansamblelor de bază pentru care se formulează funcţii elementare, incluzîndu-le apoi şi pe acestea în lista generală de cerinţe tehnice (folosindu-se subprocedurile de descriere a funcţiilor sistemelor tehnice şi a elementelor sale, de analiză a funcţiilor sistemelor tehnice şi de elaborare a structurii funcţionale a sistemelor tehnice expuse în paragraful 12.3.1).

18.2. Elaborarea cerinţelor pentru sistemul tehnic căruia îi aparţine tema formulată se realizează folosind rezultatele procedurilor 2.3, 3.2, 3.6, 4.6, 4.9 şi 4.14 din etapele precedente, precum şi subprocedurile de analiză a funcţiilor sistemelor tehnice din paragraful 12.3.1.

18.3. Comparaţia dintre lista cerinţelor şi indicatorii sistemului tehnic optim existent are drept scop principal precizarea obiectivelor de urmărit în căutările creative a noilor soluţii tehnice, folosindu-se şi rezultatele procedurilor 2.7, 4.5, 5.2, precedente şi, în acelaşi timp, completarea listei cerinţelor obţinute prin procedura 5.2.

18.4. Delimitarea cerinţelor care în mod evident nu pot fi modificate în rezolvarea temei se realizează pe baza analizei rezultatelor unor proceduri precedente (2.2, 2.3, 3.2, 3.6, 4.4, 4.6, 4.7, 4.8, 4.11...4.14, 5., 5.2, şi 5.3) şi compararea acestor cerinţe cu alte sisteme tehnice, cu standardele şi cu normativele. În afară de aceasta, se disting o serie de restricţii cu parametri deosebit de stabili, ca, de exemplu, parametrii de ordin ergonomic. Este necesar să se stabilească şi cauzele stabilităţii acestor cerinţe şi parametri.

18.5. Depistarea cerinţelor false şi eliminarea acestor din listă se poate obţine numai prin evaluări obiective-experte, prin tehnica deciziei impuse, întrucît, în marea majoritate a cazurilor, cerinţele false apar ca urmare a unor abordări şi raporturi subiective faţă de obiectul creaţiei, ceea ce generează inerţie psihologică, bariere psihologice, stereotipie etc. După depistare, cerinţele false sînt eliminate din listele obţinute prin procedurile 5.1,...,5.4.

18.6. Ierarhizarea cerinţelor prin tehnica deciziei impuse

Eforturile creative ale inventatorului trebuie nuanţate şi modificate după importanţa scopurilor şi cerinţelor impuse obiectului creaţiei şi ca atare, acestea trebuie riguros ierarhizate, tehnica cea mai simplă fiind cea a deciziei impuse, prin compararea între ele a cerinţelor şi stabilirea pentru fiecare a coeficientului de importanţă.

18.7. Evidenţierea cerinţelor principale ale sistemului tehnic studiat reprezintă o procedură-consecinţă firească a procedurii precedente şi are drept scop, atragerea atenţiei şi concentrarea eforturilor de creaţie pe aspectele esnţiale ale problemei.

18.8. Evidenţierea cerinţelor noi este realizabilă relativ simplu, dacă se iau în consideraţie lipsurile soluţiilor tehnice contemporane depistate prin procedurile 4.7 şi 4.8; într-adevăr, noile cerinţe nu reprezintă sub aspectul conţinutului altceva decît lipsurile constatate, dar cu "semnul schimbat". De asemenea, cerinţele noi pot apărea, dacă procedura 4.10 evidenţiază posibilităţi de combinare a scopurilor rezolvării temei de creaţie, respectiv posibilităţi de realizare a polifuncţionalităţii.

18.9. Determinarea parametrilor de intrare (input) şi de ieşire (output) ale sistemului tehnic studiat presupune totodată şi precizarea restricţiilor cantitative ale acestora, atît în prezent, cît şi în viitorul apropiat, ţinîndu-se seama şi de unele variaţii ale acestora, în vederea prelungirii perioadei de uzură morală.

În afară de aceasta, procedura de determinare calitativ-cantitativă a input-ului şi output-ului permite aplicarea directă a unei tehnici logico-intuitive, uneori deosebit de eficiente, prezentate în paragraful 11.1.7.

18.10. Evidenţierea legăturilor funcţionale dintre parametrii de intrare şi cei de ieşire se realizează prin exprimarea acestora pe cale matematică sau algoritmică şi continuă cu verificarea necesităţii introducerii unor modificări în mărimile date, de intrare şi de ieşire.

18.11. Analiza parametrilor de intrare ca parametri de ieşire ai sistemului precedent, iar a parametrilor de ieşire ca parametri de intrare ai sistemului următor, întregeşte şi precizează imaginea globală asupra sistemei ierarhice obţinute prin procedura 4.13 şi deschide noi orizonturi pentru găsirea soluţiei optime, nu numai prin modificarea intrinsecă a prototipului, ci şi a sistemului tehnic în care acesta este integrat.

18.12. Evidenţierea contradicţiilor îmbunătăţirii sistemului tehnic analizat.

Astfel de contradicţii apar frecvent în procesele de căutări creative şi anume atunci cînd îmbunătăţirea unor indicatori (cerinţe, atribute, funcţii) ai sistemului tehnic sînt însoţite de unele modificări nedorite ale altor indicatori ai acestuia, ale altor sisteme tehnice conexe, ale mediului înconjurător, sau chiar ale omului.

Este oportună, în acest sens, construirea unei matrice plane, în care pe verticală se înscriu cerinţele, iar pe orizontală - aceleaşi cerinţe, precum şi factorii mediului înconjurător. Apoi, pentru fiecare cerinţă îmbunătăţită, în matrice se notează cerinţele şi factorii de mediu care se înrăutăţesc.

Fără această procedură, inventatorul nu poate fi sigur că *ceea ce cîştigă prin noua soluţie este mult mai consistent decît ceea ce pierde*, condiţie *sine qua non* a viabilităţii creaţiei tehnice.

18.13. Ilustrarea grafică a contradicţiilor îmbunătăţirii sistemului tehnic analizat, se realizează sub forma unor diagrame, în care pe o axă se amplasează mărimile indicatorului îmbunătăţit, iar pe cealaltă - mărimile indicatorilor sau factorilor înrăutăţiţi, în vederea delimitării domeniului de interdicţie a modificării indicatorilor.

18.14. Selectarea îmbunătăţirilor celor mai importante, folosindu-se şi rezultatele procedurilor 4.7, 4.8, 5.12 şi 5.13, permite definitivarea temei de creaţie, pe care şi-o propune spre rezolvare inventatorul.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. şi colab. - Avtomatizaţia poiscovovo construirovania (Iscustvenîi intelect v maşınom proiectirovanii) Ed. Radio i sveazi, Moskva, 1981.

CAPITOLUL 19

CĂUTAREA IDEILOR TEHNICE, SOLUŢIILOR ŞI PRINCIPIILOR FIZICE DE FUNCŢIONARE

Etapa 6, de căutare a ideilor tehnice, soluţiilor şi principiilor fizice de funcţionare, reprezintă o etapă fundamentală în cadrul fluxului general al inventicii şi are drept scop de bază, *elaborarea unei liste selectate de idei tehnice, soluţii sau principii fizice de funcţionare şi combinaţii ale acestora, viabile, concretizate în formulări precise sub aspect calitativ*. Din această mulţime de soluţii, urmează, în etapa 7, să se selecteze soluţiile optime.

Etapa presupune, în cazul cel mai general - interdisciplinar, parcurgerea următoarelor 15 proceduri de bază [1], [2] din care inventatorul îşi selectează procedurile cele mai eficiente pentru domeniul său propriu de creaţie şi pentru tema dată;

1 - transformarea în soluţie căutată a soluţiilor celor mai apropiate de cea căutată;

2 - transformarea în soluţie căutată a celor mai bune soluţii existente;

3 - transformarea în soluţie căutată a soluţiei prognozate;

4 - transformarea în soluţie căutată a soluţiilor analoage din sistemele tehnice reprezentative;

5 - transformarea în soluţie căutată a soluţiilor vechi;

6 - încercarea de modificare a sistemului tehnic celui mai avansat;

7 - încercarea de eliminare a cauzelor lipsurilor prototipului;

8 - folosirea metodei matricelor morfologice şi a tabelelor morfologice;

9 - formularea unor noi principii fizice de funcţionare a sistemului tehnic dat;

10 - folosirea metodei ghirlandelor de asociaţii;

11 - folosirea tehnicilor intuitive de creaţie: asocierea consonantă, analogie, inversie, empatie etc.;

12 - folosirea metodelor intuitive de creaţie: brainstorming, sinectica, delphi etc.;

13 - combinarea ideilor;

14 - folosirea diagramelor de idei şi a metodei obiectului generalizat al creaţiei tehnice.

19.1. Principiile de bază ale folosirii procedurilor etapei 6

Primele proceduri de bază se folosesc după următoarea metodologie [1]:

- se studiază tema şi informarea precizată în procedură, combinat cu informaţiile obţinute prin practicarea procedurilor 3.2, 3.6, 3.7, 3.8, 4.6...4.10, 5.2,...,5.7, 5.12, 5.13;
- pe baza acestor informaţii, din masivul informaţional obţinut prin procedura 2.6 (lista demersurilor, tehnicilor, procedurilor şi metodelor de creaţie) se aleg demersurile euristice, care, după părerea inventatorului îi pot folosi în rezolvarea temei de creaţie (lista demersurilor euristice prezentată în paragraful 11.3.1.1);
- folosindu-se demersurile euristice selectate, se elaborează o serie de idei pentru rezolvarea temei, materializate într-o listă, însoţită de caracteristicile acestora, exprimate în text sau schiţe explicative; cu toate că, în conformitate cu principiile sinecticii, nu se recomandă în această fază iniţială să se evalueze şi să se critice dur soluţiile obţinute în raport cu cerinţele formulate, este totuşi necesar să se elimine (să se purjeze) soluţiile cele mai triviale, neraţionale, evident divergente - disonante şi fără perspectivă.

Din analiza conţinutului primelor 6 proceduri a celei de a 6-a etape, se constată că acestea se referă la transformarea în soluţii căutate a soluţiilor celor mai apropiate de cea căutată, a celor mai bune soluţii existente, a soluţiei optime, a soluţiei prognozate, a soluţiilor omoloage din sistemele tehnice reprezentative sau chiar a soluţiilor vechi, obţinîndu-se două efecte psihologice de maximă importanţă:

- aplicîndu-se similitudinea cu legea biologică generală "ontogenia repetă filogenia" în mod rezumat - esenţializat, se poate restructura geneza ideilor tehnice cunoscute şi se poate structura pe această bază, geneza ideilor de perspectivă;
- repetîndu-se în diverse situaţii aceste restructurări - structurări, inventatorul deprinde o tehnică adecvată pentru geneza noilor idei, obţine o "inerţie psihologică" de data aceasta favorabilă creaţiei.

19.2. Încercarea de modificare a sistemului tehnic cel mai avansat reprezintă procedura logico-euristică cea mai importantă, întrucît supune perfecţionării soluţiile tehnice cele mai avansate, la rîndul lor supuse anterior analizei ştiinţifice, care a evidenţiat lipsurile care urmează a fi eliminate. Pentru aceasta se foloseşte fondul interdisciplinar de demersuri şi proceduri euristice elementare, de modificări cantitative, ale formei, în spaţiu, în timp, a mişcării, a materialelor, prin eliminare, prin adăugire, prin înlocuire, prin diferenţiere, prin integrare, prin măsuri profilactice, prin folosirea rezervelor, prin transformări analogice şi prin combinarea şi sinteză complexă (paragraful 11.3.1.1) din care inventatorul, în cadrul celei de a 3-a etape a inventicii, şi-a structurat fondul personal-specializat de demersuri şi proceduri euristice elementare (procedura 2.6).

19.3. Încercarea de eliminare a cauzelor lipsurilor prototipurilor reprezintă o procedură de căutare deosebit de eficientă cu caracter strategic, vizînd profunde mutaţii

calitative, întrucît atacă efectele negative, nu pe calea înlăturării sau diminuării directe a acestora, ci pe calea înlăturării sau diminuării cauzelor care le-au determinat. De aceea, soluţiile tehnice obţinute prin rezultatele favorabile ale unor astfel de încercări, sînt mai stabile în timp - sînt mai durabile.

19.4. Folosirea matricelor morfologice şi a tabelelor morfologice prezintă avantajul că asigură baleierea întregii mulţimii a combinaţiilor - asamblărilor posibile - realizabile, cu un număr limitat de elemente din ansamblele formatoare constituente ale morfologiei, pe larg expuse în paragrafele 10.2.1...10.2.5 şi în paragraful 12.1.

19.5. Formularea unor noi principii de funcţionare a sistemului tehnic şi încercarea de aplicare a acestora la soluţiile sintetizate reprezintă o modalitate fundamentală de realizare a unor invenţii de mare valoare, principial (fizic) diferenţiate de soluţiile existente.

Sinteza principiilor fizice de funcţionare a sistemelor tehnice presupune analiza fizică a sistemelor tehnice (paragraful 3.5) sinteza calitativă a principiului fizic de funcţionare (paragraful12.3.1) şi sinteza cantitativă a principiului fizic de funcţionare.

19.6. Folosirea metodei ghirlandelor de asociaţii prezentate în paragraful 11.4.2. presupune parcurgerea a 9 etape speciale:

- elaborarea listei sinonimelor obiectului creaţiei;
- elaborarea listei unor obiecte luate la întîmplare;
- realizarea de bisociaţii (biasamblări) din elementele ghirlandei sinonimelor şi cele ale ghirlandei obiectelor întîmplătoare;
- elaborarea listei indicatorilor obiectelor întîmplătoare;
- generarea ideilor prin asociere, pe rînd, la obiectul tehnic şi la sinonimele sale, a indicatorilor obiectelor întîmplătoare;
- generarea ghirlandei de asocieri (biasamblări);
- generarea noilor idei;
- evaluarea şi selectarea variantelor raţionale a ideilor;
- alegerea variantei optime dintre cele raţionale.

Aceste etape au fost exemplificate în capitolul 11 pe baza cazului oferit de autorul metodei [1]; ele pun în valoare şi stimulează imaginaţia inventatorului, atunci cînd se constată că aceasta "lîncezeşte".

19.7. Folosirea tehnicilor intuitive de creaţie pune, de asemenea, în valoare şi stimulează creativitatea inventatorului. Acesta trebuie să-şi selecteze pentru problema dată, din fondul de 8 tehnici expuse în paragraful 11.1, tehnicile pe care le consideră adecvate temei de căutare date.

19.8. Folosirea metodelor intuitive de creaţie de tipul brainstormingului, sinecticii, Delphi, Philips 66, discuţia panel, metoda 6-3-5, expuse în paragraful 11.2, poate mări şansa obţinerii unor soluţii viabile eficiente, mai ales dacă se apelează şi la grupele de creaţie, în care, evident, se integrează şi inventatorul.

19.9. Combinarea ideilor, folosind rezultatele procedurilor precedente 6.1...6.13, poate mări substanţial forţa şi eficienţa ideilor selectate anterior. Se încearcă dintîi, combinarea cîte două, a soluţiilor găsite şi a principiilor fizice de funcţionare selectate şi din mulţimea biasamblărilor se aleg cele care se interintensifică şi interoptimizează.

Apoi, biasamblările obţinute se combină cu o a 3-a (a 4-a etc.) soluţie, care le intensifică pe primele. Se încearcă, de asemenea, combinarea simultană a unui număr mare de idei.

19.10. Folosirea diagramelor de idei şi a metodei obiectului generalizat permite o mai bună ordonare a căutărilor şi, totodată, o vizualizare globală a stadiului tehnicii.

În această de a 6-a etapă, atît diagrama de idei, cît şi obiectul (obiectele) generalizat al creaţiei tehnice, pot fi substanţial îmbogăţite, chiar prin ideile şi principiile fizice de funcţionare elaborate prin procedurile precedente 6.7...6.14, constituindu-se ca atare, ca nişte trambuline mult mai înalte, de pe care se pot efectua salturile mult mai lungi. Modurile de folosire a diagramelor de idei şi a obiectelor generalizate ale creaţiei tehnice au fost pe larg prezentate în paragrafele 10.2.8...10.2.11 şi în paragraful 12.2.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. - Avtomatizaţia poiscovovo konstruirovania (iscustevenîi intelect v maşinom proiectirovanii) Ed. Radio i sveazi, Moskva, 1981.
2. Belous V. - Creaţia tehnică în construcţia de maşini. Inventica. Ed. Junimea, Iaşi, 1987.

CAPITOLUL 20

ALEGEREA SOLUŢIILOR OPTIME

Din etapa precedentă, inventatorul a devenit un om înarmat cu un bogat bagaj de idei tehnice, soluţii şi principii tehnice de funcţionare, dintre care trebuie să selecteze soluţia optimă.

Etapa constă dintr-o analiză şi evaluare multilaterală a tuturor soluţiilor tehnice reţinute pînă aici, pentru selectarea unui număr limitat de variante optime, procedurile corespunzătoare fiind însoţite de detalieri constructive, de dezvoltare a desenelor şi schemelor şi uneori chiar de modelări matematice.

Selectarea soluţiilor optime presupune folosirea consecutivă a unor "site restrictive" concentrate în general în următoarele 11 proceduri de bază [1]:

1 - verificarea fezabilităţii soluţiei obţinute;

2 - verificarea tehnologicităţii soluţiilor obţinute;

3 - verificarea soluţiilor obţinute din punctul de vedere al corespondenţei cu cerinţele de bază;

4 - clasificarea variantelor soluţiilor obţinute după principiul fizic de funcţionare, după indicii constructivi, funcţionali, tehnologici şi de exploatare;

5 - selectarea variantelor celor mai economice;

6 - selectarea soluţiilor noi care au nivelul cel puţin egal cu cel al soluţiilor reprezentative existente;

7 - selectarea soluţiilor care cuprind cele mai multe elemente tipizate şi standardizate;

8 - selectarea soluţiilor care satisfac integral funcţia principală formulată, scopurile şi cerinţele principale;

9 - selectarea soluţiilor care elimină integral contradicţiile perfecţionării;

10 - selectarea soluţiilor care necesită un număr minim sau un număr însemnat de modificări ale obiectelor vecine;

11 - selectarea soluţiilor optime pe baza analizei rezultatelor procedurilor 7.5...7.10.

20.1. Verificarea fezabilităţii soluţiilor obţinute, dacă aceasta n-a fost făcută spontan de către inventator, încă din etapa precedentă, are menirea de a elimina soluţiile fanteziste sub aspectul posibilităţilor de realizare în prezent sau în viitorul apropiat.

20.2. Verificarea tehnologicităţii soluţiilor obţinute are drept scop selectarea numai a acelor soluţii, care sînt caracterizate printr-un înalt grad de tehnologicitate, a acelor soluţii care pot fi realizate cu mijloacele tehnologice cele mai simple, mai accesibile şi mai productive. De regulă, inventatorii profesionişti realizează cernerea tehnologică a soluţiilor încă din etapele precedente, datorită unui automatism dobîndit prin activitatea de proiectant constructor.

20.3. Verificarea soluţiilor obţinute din punctul de vedere al corespondenţei cu cerinţele de bază, reprezintă, de asemenea, de cele mai multe ori, o procedură suplimentară de verificare, întrucît, dacă procesul sintezei noilor soluţii decurge logic-ştiinţific, această corespondenţă este asigurată aprioric.

20.4. Clasificarea variantelor soluţiilor obţinute după principiul fizic de funcţionare, după indicii constructivi, funcţionali, tehnologici şi de exploatare reprezintă o procedură care are menirea de a organiza rezultatele obţinute de inventator pînă în această etapă şi procedură a inventicii; procedura este oportună cînd s-a reţinut un număr important de soluţii tehnice şi principii fizice de funcţionare.

20.5. Selectarea variantelor celor mai economice reprezintă o procedură fundamentală de selecţie, care asigură maximizarea raportului V_i/C_i, dintre valoarea de întrebuinţare şi costuri, prin minimizarea costurilor, aşa cum a rezultat din capitolul 3.

20.6. Selectarea soluţiilor noi care au nivelul cel puţin egal cu cel al soluţiilor reprezentative existente. Cunoscîndu-se cifrele valorice N_v ale soluţiilor de vîrf, obţinute prin procedurile 3.4 şi 3.5, prin tehnica deciziei impuse şi calculîndu-se apoi cifrele valorice ale soluţiilor selectate pînă aici, se elimină toate soluţiile noi care au cifre valorice substanţial mai coborîte faţă de cele ale soluţiilor de vîrf.

20.7. Selectarea soluţiilor care cuprind cele mai multe elemente tipizate şi standardizate. Dacă gradul de tipizare-standardizare a elementelor constructive ale soluţiilor a reprezentat un atribut - cerinţă - criteriu, de la început luat în consideraţie în tabelele de comparaţie şi determinare a cifrelor valorice ale soluţiilor, selectarea soluţiilor optime sub acest aspect se face direct - fără dificultate. Respectarea acestui atribut uşurează substanţial implementarea industrială - amplificînd şansele de succes ale inventatorului.

20.8. Selectarea soluţiilor care satisfac integral funcţia principală formulată, scopurile şi cerinţele principale, reprezintă o procedură *suplimentară, de control,*

întrucît soluţiile tehnice ajunse în această fază a selecţiei, îndeplinesc automat funcţia principală formulată, scopurile şi cerinţele principale. Este evidentă şi posibilitatea cuantificării comparative a satisfacerii funcţiei şi cerinţelor principale, folosind în acest scop tabelele de comparaţie din tehnica deciziei impuse.

20.9. Selectarea soluţiilor care elimină integral contradicţiile perfecţionării se realizează folosind şi rezultatele procedurilor 5.12, 5.13, 7.3 şi 7.4 şi prezintă oportunitate numai în cazurile cînd astfel de contradicţii apar efectiv.

20.10. Selectarea soluţiilor care necesită un număr minim sau un număr însemnat de modificări ale obiectelor vecine. Depistarea soluţiilor extremale din punctul de vedere al necesităţii modificărilor în obiectele adiacente-conexe, se realizează folosind şi rezultatele procedurilor precedente 4.13, 4.14, 5.11, 7.3, 7.4 şi fondul informaţional obţinut prin procedura 2.8.

20.11. Selectarea soluţiilor optime pe baza analizei rezultatelor procedurilor 7.5...7.10, reprezintă obiectivul fundamental al fluxului inventicii; se recomandă reţinerea cîtorva variante, avînd cifre valorice apropiate, care, eventual, s-ar putea modifica în etapele de concretizare ulterioare, cînd urmează să se selecteze *soluţia efectiv optimă.*

Nu se recomandă [1] reţinerea a mai mult de 10 soluţii în vederea selecţiei finale, întrucît, în caz contrar, sînt îngreuiate substanţial operaţiile ulterioare de concretizare constructivă, chiar şi în cazul folosirii mijloacelor electronice de calcul.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. şi colab. - Avtomatizaţia poiscovovo konstruirovania (iscustevenîi intelect v maşinom proiectirovenii) Ed. Radio i sveazi, Moskva, 1981.

CAPITOLUL 21

FINISAREA SOLUŢIILOR SELECTATE

Scopul de bază a etabei a 8-a este prelucrarea mai detaliată a soluţiilor selectate prin procedura 7.11 a etapei precedente şi presupune în cazul general - interdisciplinar, folosirea următoarelor 9 proceduri de bază [1] :

1 - confruntarea soluţiilor optime selectate cu lista cerinţelor;
2 - transformarea soluţiilor inacceptabile în soluţii acceptabile;
3 - încercări de îmbunătăţire a subansamblelor funcţionale; elaborarea listei îmbunătăţite a soluţiilor;
4 - determinarea modificărilor posibile în soluţiile tehnice ale obiectelor vecine;
5 - determinarea parametrilor optimi de bază ai soluţiilor optime;
6 - reordonarea valorică a soluţiilor optime;
7 - elaborarea desenelor pentru soluţiile optime selectate;
8 - verificarea experimentală, de principiu, a soluţiilor optime selectate;
9 - evidenţierea neajunsurilor constatate cu ocazia experimentărilor.

21.1. Confruntarea soluţiilor optime selectate cu lista cerinţelor se bazează pe rezultatele procedurilor anterioare 5.2, 5.3, 5.6 şi 7.11 şi reprezintă o procedură suplimentară - de control, avînd drept scop de bază selectarea din rîndul soluţiilor reţinute pînă în această etapă, a soluţiilor care îndeplinesc integral cerinţele impuse, precum şi a celor care nu le îndeplinesc decît parţial, devenind ca atare, inacceptabile.

21.2. Transformarea soluţiilor inacceptabile în soluţii acceptabile reprezintă o procedură necesară menţinerii în discuţie a mai multor soluţii tehnice, încercînd eliminarea unor discordanţe constatate între soluţiile devenite inacceptabile prin procedura precedentă şi lista cerinţelor faţă de sistemul tehnic dat. În acest scop se recomandă folosirea procedurilor din etapele 6 şi 7, considerînd soluţiile tehnice şi subansamblele acestora, ca prototipuri [1].

21.3. Încercări de îmbunătăţire a subansamblelor funcţionale şi elaborarea listei îmbunătăţite a soluţiilor. Soluţiile selectate pînă în această etapă au fost analizate şi

sintetizate mai mult principial - structural, rămînînd rezerve substanţiale de îmbunătăţire la nivelul subansamblelor; aceste îmbunătăţiri pot spori substanţial valoarea de ansamblu a soluţiilor tehnice selectate, mărindu-le ca atare viabilitatea şi şansa de reuşită în implementarea industrială. Această procedură foloseşte şi rezultatele procedurilor din etapele 6 şi 7 şi permite continuarea selectării şi reţinerii celor mai valoroase soluţii tehnice.

21.4. Determinarea modificărilor posibile în soluţiile tehnice ale obiectelor vecine (folosind şi rezultatele procedurilor precedente 4.13, 4.14, 5.9, 5.10, 5.11 şi 8.3) are trei scopuri fundamentale:

- creşterea performanţelor soluţiilor tehnice sintetizate prin adecvarea parametrilor obiectelor adiacente;
- reducerea la minim şi simplificarea modificărilor obiectelor vecine;
- prin modificări minime ale obiectelor vecine să se realizeze simplificări substanţiale sau chiar eliminarea unor modificări în soluţia tehnică sintetizată.

21.5. Determinarea parametrilor optimi de bază ai soluţiilor selectate

Orice soluţie tehnică îşi amplifică substanţial valoarea, nu numai prin îmbunătăţirea subansamblelor funcţionale sub aspectul principiilor şi structurii acestuia, ci şi prin optimizarea valorilor parametrilor de bază, operaţie care în această etapă însă, din păcate, nu se poate realiza încă experimental, ci numai teoretic "livresc", folosind parametrii optimi utilizaţi în soluţiile tehnice analoage sau înrudite ca principiu cu soluţia căutată.

21.6. Reordonarea valorică a soluţiilor selectate presupune folosirea rezultatelor procedurilor precedente 8.3, 8.4 şi 8.5 precum şi masivul informaţional 2.8 conţinînd metodele de apreciere ştiinţifică a valorii soluţiilor tehnice din clasa dată şi calculul cifrelor valorice N_v pentru toate soluţiile sintetizate şi reţinute pînă aici, în vederea selectării unei soluţii optime de bază, care urmează a fi supusă etapelor şi procedurilor superioare de implementare industrială.

21.7. Verificarea experimentală de principiu a soluţiei optime reprezintă o procedură necesar a fi utilizată în cazurile cînd soluţia tehnică optimă selectată este radical diferenţiată, în special sub aspectul principiului fizic de funcţionare sau a structurii de ansamblu, faţă de prototipurile consacrate din tehnica mondială.

Lipsind în această etapă modelul funcţional, verificarea experimentală se rezumă la construirea din elemantele şi subansamblele funcţionale tipizate existente, a unui *model experimental preliminar,* pe baza căruia să se verifice în special aplicativitatea cu efecte pozitive a unui nou principiu fizic de funcţionare sau a unei noi structuri.

21.8. Evidenţierea neajunsurilor constatate cu ocazia experimentărilor

Verificarea experimentală de principiu din cadrul procedurii precedente are drept scop, nu numai asigurarea inventatorului faţă de unele surprize neplăcute în etapele următoare, dar şi o primă relevare experimentală a unor neajunsuri, imediat remediabile; aceste remedieri operative pot substanţial netezi drumul spre succes al invenţiei.

Dacă neajunsurile evidenţiate sînt substanţiale şi nu sînt operativ eliminabile, trebuie reluat drumul căutărilor din nou, prin folosirea procedurilor etapelor 6 şi 7.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. - Avtomatizaţia poiscovovo konnstruirovania (iscustvenîi intelect v maşinom proiectirovanii) Ed. Radio i sveazi, Moskva, 1981.

CAPITOLUL 22

ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUŢIILOR SELECTATE: ANALIZA TEORETICĂ A INDICATORILOR TEHNICO-ECONOMICI AI SOLUŢIILOR SELECTATE ŞI ESTIMAREA PERSPECTIVELOR DE IMPLEMENTARE

Analiza inginerească a soluţiei (soluţiilor) optime selectate reprezintă o etapă de maximă importanţă pentru reuşita implementării industriale eficiente a obiectului creaţiei tehnice, întrucît:

- îl asigură pe inventator, pe o cale ştiinţifică-organizatorică, asupra corectitudinii şi eficienţei soluţiei tehnice optime sintetizate;
- stabileşte performanţele de bază, tehnice, economice, perspectivele şi domeniile optime de aplicare, pe baza cărora, invenţia poate fi susţinută cu succes în faţa factorilor responsabili ai etapelor avansate de implementare industrială;
- îl asigură pe inventator asupra purităţii de brevet şi brevetabilităţii, permiţînd asigurarea proprietăţii intelectuale prin înregistrarea soluţiei ca invenţie, la Oficiul Naţional pentru Invenţii şi Mărci.

Analiza inginerească comportă două etape - o etapă de analiză teoretică, fără cheltuieli materiale şi o etapă experimentală, care presupune proiectarea, construirea şi experimentarea modelului funcţional (experimental) sau a pilotului.

În cazul cel mai general - interdisciplinar, etapa 9, de analiză inginerească a soluţiei optime selectate, presupune parcurgerea următoarelor 9 proceduri de bază [1], [2], [3]:

1 - precizarea problemei de analiză inginerească;
2 - modelarea fizico-matematică a soluţiilor selectate;
3 - estimarea efectelor obţinute prin utilizarea soluţiilor noi;
4 - estimarea perspectivelor soluţiilor selectate;
5 - determinarea domeniilor optime de utilizare practică;
6 - determinarea domeniilor de utilizare a soluţiilor analoage de vîrf;
7 - estimarea efectului economic;
8 - expertiza brevetabilităţii şi a purităţii de brevet;
9 - elaborarea descrierilor de invenţii pentru soluţiile selectate brevetabile.

În cele ce urmează, se prezintă conţinutul procedurilor de bază ale etapei a 9-a, dezvoltîndu-se în special procedurile şi subprocedurile a căror principii n-au fost prezentate în primele două părţi ale lucrării (procedurile 9.1, 9.2, 9.8 şi 9.9).

22.1. Precizarea problemei de analiză inginerească

Precizarea sau formularea problemei de analiză prezintă importanţă pentru desfăşurarea la un nivel corespunzător a întregului proces de verificare şi constă, în primul rînd, în *stabilirea parametrilor exprimabili cantitativ, care pot fi determinaţi prin calcul, sau experimental în vederea comparării noii soluţii cu cele mai moderne dintre soluţiile cunoscute*, pentru a se putea trage concluzii practice corespunzătoare.

Este etapa în care se trece de la problema tehnică - de la noua soluţie, caracterizată printr-un anumit grad de nedeterminare (ca de altfel orice soluţie tehnică), la problemele concrete, la care se pot da răspunsuri cantitative.

Numai cu ajutorul matematicii şi fizicii nu se pot obţine răspunsuri la întrebări formulate general, cum ar fi: va lucra bine noua maşină-unealtă? noua sculă aşchietoare va asigura o productivitate sporită? noul motor de automobil va fi economic? noul dispozitiv va fi mai stabil la vibraţii? noua schemă fluidică va fi fiabilă? etc.

Aceste întrebări cu caracter general calitativ trebuie traduse în întrebări mai concrete, cu conţinut cantitativ - calitativ la care se poate răspunde în limitele preciziei admise, prin analiză inginerească.

Dacă s-a conceput, de exemplu, un nou tip de sculă aşchietoare, problema calitativă generală, cu un înalt grad de nedeterminare - va lucra noul tip de sculă mai bine decît sculele cunoscute din aceeaşi categorie? - va trebui concasată în probleme concrete de analiză comparativă a noii soluţii, sub aspectul criteriilor de optimalitate, cu soluţiile cele mai moderne din domeniu, adică să se răspundă la următoarele întrebări precise:

Pentru condiţiile standard de aşchiere, cu cît va fi mai mare durabilitatea efectivă (productivitatea), cu cît vor fi mai mici forţele şi momentele de aşchiere şi rugozitatea, cu cît va fi diminuată amplitudinea autovibraţiilor, cu cît se va scurta timpul de restabilire a calităţilor aşchietoare, de reascuţire, de schimbare a poziţiei plăcuţelor, cu cît a crescut rezistenţa şi alţi indici de fiabilitate, cu cît a scăzut preţul de cost şi costul minutei de exploatare, cu cît s-a simplificat tehnologia de execuţie prin reducerea numărului de operaţii şi a manoperei totale, ca urmare a măririi gradului de tehnologicitate, toate acestea în raport cu scula cunoscută de acelaşi tip.

Pentru un nou tip de maşină-unealtă nu este suficientă formularea calitativă generală - va lucra noul tip de maşină mai bine decît cele mai reuşite construcţii cunoscute în prezent? - ci trebuie formulate probleme concrete - cantitativ - calitative de analiză inginerească, de comparare a noii soluţii cu cele existente sub aspectul productivităţii, preciziei prelucrării, rigidităţii şi stabilităţii la vibraţii, calităţii de suprafaţă obţinute, durabilităţii subansamblelor şi organelor specifice, fiabilităţii, consumului de metal, preţului de cost, simplităţii cinematic-constructiv-funcţionale etc.

Pentru un nou tip de motor de automobil, nu este suficientă formularea unei întrebări calitative generale - va fi noul motor mai reuşit decît cele cunoscute? - ci analiza inginerească va trebui să răspundă la întrebări mult mai precise cum ar fi: care va fi consumul de combustibil pe cal putere? care va fi greutatea motorului raportată la putere? care vor fi caracteristicile dinamice ale autoturismului? timpul de demaraj pînă la 100 km/oră, timpul de parcurgere a unui km cu start de pe loc? care va fi complexitatea de ansamblu, tehnologicitatea, fiabilitatea, timpul pînă la reparaţia capitală? etc.

Disciplinele ştiinţifice-tehnice generale şi de specialitate îl înarmează pe inginerul constructor de maşini cu metodologia generală a analizei inginereşti, cu modul de formulare a problemelor, cu criteriile de optimizare pentru fiecare construcţie de maşină, cu parametrii reprezentativi care trebuie să fie calculaţi prin modelare matematică şi fizică, fie determinaţi direct, pe baza unui model experimental construit în prealabil.

Cu toate că majoritatea disciplinelor de specialitate sînt consacrate aproape în exclusivitate rezolvării problemelor de analiză inginerească, în puţine cazuri se expun şi principiile generale ale formulării problemelor specifice şi, de aceea, de cele mai multe ori, precizarea problemei de analiză inginerească se realizează pe baza experienţei, bunului simţ şi a inspiraţiei proiectantului.

Iată din ce cauză, subliniem şi aici necesitatea ca toate disciplinele de specialitate să conţină în prima lor parte principiile generale ale analizei şi sintezei inginereşti în domeniu - fundamentale disciplinei - ceea ce nu numai că nu produce inerţie psihologică, dar, dimpotrivă, asigură acea flexibilitate atît de necesară în abordarea şi rezolvarea creativă a problemelor noi de analiză şi de creaţie.

22.2. Modelarea fizico-matematică a soluţiilor selectate

Elaborarea modelului fizico-matematic al obiectului noii creaţii reprezintă o aproximare idealizată - principială a acestuia şi presupune admiterea unor ipoteze simplificatoare şi aproximaţii pe baza stabilirii prealabile a importanţei relative a fiecărui detaliu, ceea ce presupune evident o practică temeinică în proiectare-cercetare.

Conceperea modelului fizico-matematic este în primul rînd un proces de abstractizare, modelul reprezentînd un rezultat al imaginaţiei realiste a inginerului, îndeplinind două condiţii de bază: *simplitate* şi totodată *reprezentare fidelă a esenţei soluţiei* în aşa fel încît rezultatele analizei pe baza modelului să fie cît mai apropiate de cele care se vor putea trage pe baza studierii ulterioare a performanţelor prototipului industrial.

Modul de idealizare şi de schematizare analitică şi fizică a obiectului creaţiei este prezentat în disciplinele de specialitate corespunzătoare.

Elaborarea schemei de principiu şi a modelului fizico-matematic este mult uşurată dacă, în prealabil, noua soluţie a fost depusă pentru brevetare, întrucît însăşi operaţia de redactare a descrierilor de invenţii reprezintă în mare măsură un proces de modelare, cunoscut fiind faptul că în desenele şi textele descrierilor de invenţii trebuie reprezentate tocmai lucrurile esenţiale care trebuie analizate inginereşte şi pe baza cărora trebuie să rezulte cel puţin la nivel calitativ, avantajele.

După John Dixon [2] schema generală a procesului analizei inginereşti poate fi reprezentată ca în fig.22.1:

Din această schemă rezultă importanţa covîrşitoare a fazei de concepţie a modelului fizico-matematic, pe care se grefează întreaga analiză inginerească. Este foarte important ca, în conceperea modelului, inventatorul să cunoască şi să stăpînească diferenţele dintre modelul elaborat şi cazul real, gradul de compromis dintre simplitatea modelului - care asigură esenţialitatea şi operativitatea analizei - şi complexitatea strict necesară acestuia, care determină încrederea în rezultatele analizei.

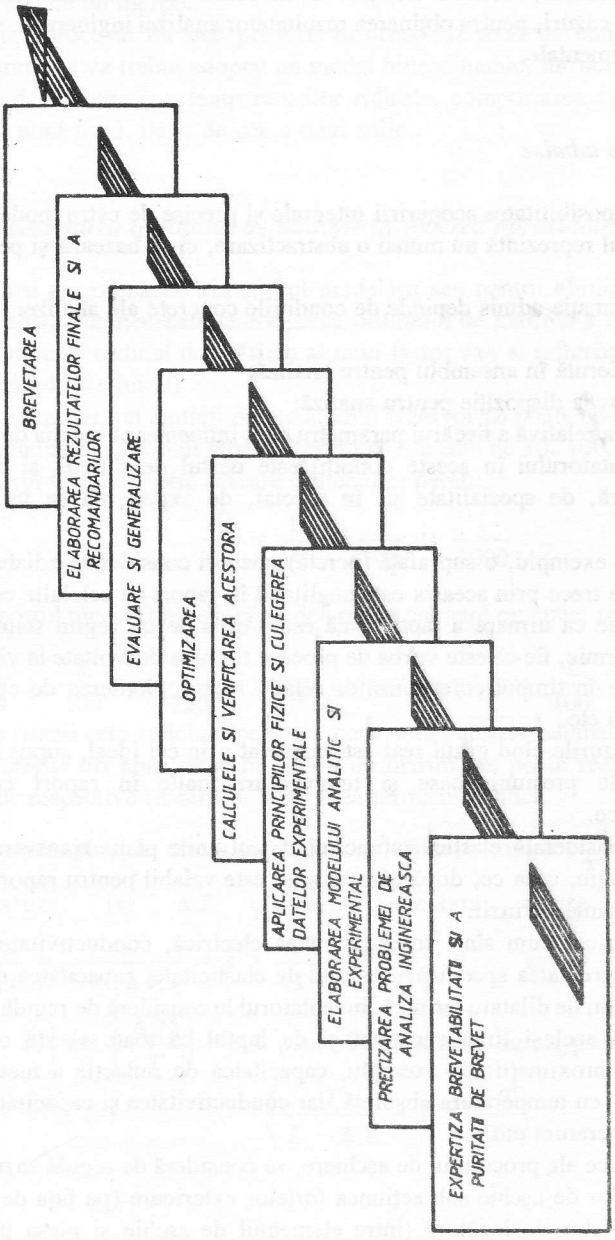

BREVETAREA
ELABORAREA REZULTATELOR FINALE ȘI A RECOMANDARILOR
EVALUARE ȘI GENERALIZARE
OPTIMIZAREA
CALCULELE ȘI VERIFICAREA ACESTORA
APLICAREA PRINCIPIILOR FIZICE ȘI CULEGEREA DATELOR EXPERIMENTALE
ELABORAREA MODELULUI ANALITIC ȘI EXPERIMENTAL
PRECIZAREA PROBLEMEI DE ANALIZA INGINEREASCA
EXPERTIZA BREVETABILITATII ȘI A PURITATII DE BREVET

Figura 22.1

Disciplinele ştiinţifice-tehnice generale şi de specialitate îl înarmează pe inginerul constructor de maşini cu metodologia generală a analizei inginereşti, cu modul de formulare a problemelor, cu criteriile de optimizare pentru fiecare construcţie de maşină, cu parametrii reprezentativi care trebuie să fie calculaţi prin modelare matematică şi fizică, fie determinaţi direct, pe baza unui model experimental construit în prealabil.

Cu toate că majoritatea disciplinelor de specialitate sînt consacrate aproape în exclusivitate rezolvării problemelor de analiză inginerească, în puţine cazuri se expun şi principiile generale ale formulării problemelor specifice şi, de aceea, de cele mai multe ori, precizarea problemei de analiză inginerească se realizează pe baza experienţei, bunului simţ şi a inspiraţiei proiectantului.

Iată din ce cauză, subliniem şi aici necesitatea ca toate disciplinele de specialitate să conţină în prima lor parte principiile generale ale analizei şi sintezei ingineşti în domeniu - fundamentale disciplinei - ceea ce nu numai că nu produce inerţie psihologică, dar, dimpotrivă, asigură acea flexibilitate atît de necesară în abordarea şi rezolvarea creativă a problemelor noi de analiză şi de creaţie.

22.2. Modelarea fizico-matematică a soluţiilor selectate

Elaborarea modelului fizico-matematic al obiectului noii creaţii reprezintă o aproximare idealizată - principială a acestuia şi presupune admiterea unor ipoteze simplificatoare şi aproximaţii pe baza stabilirii prealabile a importanţei relative a fiecărui detaliu, ceea ce presupune evident o practică temeinică în proiectare-cercetare.

Conceperea modelului fizico-matematic este în primul rînd un proces de abstractizare, modelul reprezentînd un rezultat al imaginaţiei realiste a inginerului, îndeplinind două condiţii de bază: *simplitate* şi totodată *reprezentare fidelă a esenţei soluţiei* în aşa fel încît rezultatele analizei pe baza modelului să fie cît mai apropiate de cele care se vor putea trage pe baza studierii ulterioare a performanţelor prototipului industrial.

Modul de idealizare şi de schematizare analitică şi fizică a obiectului creaţiei este prezentat în disciplinele de specialitate corespunzătoare.

Elaborarea schemei de principiu şi a modelului fizico-matematic este mult uşurată dacă, în prealabil, noua soluţie a fost depusă pentru brevetare, întrucît însăşi operaţia de redactare a descrierilor de invenţii reprezintă în mare măsură un proces de modelare, cunoscut fiind faptul că în desenele şi textele descrierilor de invenţii trebuie reprezentate tocmai lucrurile esenţiale care trebuie analizate inginereşte şi pe baza cărora trebuie să rezulte cel puţin la nivel calitativ, avantajele.

După John Dixon [2] schema generală a procesului analizei ingineşti poate fi reprezentată ca în fig.22.1:

Din această schemă rezultă importanţa covîrşitoare a fazei de concepţie a modelului fizico-matematic, pe care se grefează întreaga analiză inginerească. Este foarte important ca, în conceperea modelului, inventatorul să cunoască şi să stăpînească diferenţele dintre modelul elaborat şi cazul real, gradul de compromis dintre simplitatea modelului - care asigură esenţialitatea şi operativitatea analizei - şi complexitatea strict necesară acestuia, care determină încrederea în rezultatele analizei.

Trebuie, de asemenea, precizat că există situaţii cînd, datorită complexităţii proceselor şi fenomenelor, acestea nu pot fi modelate şi îmbrăcate într-o haină matematică; în aceste cazuri, pentru obţinerea rezultatelor analizei inginereşti, se apelează la metodologii experimentale.

22.2.1. *Aproximările admise*

Este evidentă imposibilitatea acoperirii integrale şi precise de către model a soluţiei reale, întrucît modelul reprezintă nu numai o abstractizare, ci se bazează şi pe o serie de aproximaţii.

Gradul de aproximaţie admis depinde de condiţiile concrete ale analizei inginereşti, cum sînt:

- precizia cerută în ansamblu pentru analiză;
- timpul pus la dispoziţie pentru analiză;
- importanţa relativă a fiecărui parametru care influenţează soluţia de ansamblu.

Orientarea inventatorului în aceste condiţii este destul de dificilă şi depinde de pregătirea sa de bază, de specialitate şi, în special, de experienţa sa în concepţie-proiectare.

În acest sens, de exemplu, o suprafaţă (perete) poate fi considerată adiabatică, dacă fluxul de căldură care trece prin aceasta este neglijabil în raport cu celelalte componente ale fluxului termic, fie ca urmare a faptului că este vorba de un regim staţionar la un perete intens izolat termic, fie că este vorba de procese termice dezvoltate la viteze foarte mari, condiţii în care în timpul corespunzător relativ redus, pierderea de căldură prin perete este neglijabilă etc.

Sînt frecvente cazurile cînd gazul real este modelat prin cel ideal, supus legii $pv = RT$, de exemplu, la presiuni joase şi temperaturi înalte în raport cu valorile corespunzătoare critice.

O grindă este considerată elastică, atunci cînd secţiunile plane transversale rămîn plane şi după deformaţie, ceea ce, după cum se ştie, este valabil pentru raporturile mici între grosimea şi lungimea grinzii.

Multe mărimi fizice, cum sînt: conductivitatea electrică, conductivitatea termică, capacitatea calorică, greutatea specifică, modulul de elasticitate, capacitatea de reflecţie a căldurii, coeficientului de dilatare termică, inventatorul le consideră de regulă constante, dar trebuie să fie în acelaşi timp conştient şi de faptul că toate aceste consideraţii reprezintă, de fapt, aproximaţii: de exemplu, capacitatea de reflecţie a metalelor este aproape proporţională cu temperatura absolută, iar conductivitatea şi capacitatea termică sînt variabile cu temperatura etc.

În studiile dinamice ale procesului de aşchiere, se consideră de regulă cazul static de echilibru al elementelor de aşchie sub acţiunea forţelor exterioare (pe faţa de aşezare şi de degajare) şi a forţelor de legătură (între elementul de aşchie şi piesa prelucrată), neglijîndu-se forţele dinamice. La unele proocese şi scule moderne de aşchiere, destinate vitezelor superînalte, forţele dinamice nu mai pot fi neglijate şi, ca atare, în echilibrul elementului de aşchie se va apela la principiul lui D'Alembert, în conformitate cu care,

un caz de echilibru dinamic poate fi redus la un caz static, dacă la forţele statice se adaugă forţele de inerţie.

Însuşi procesul nu mai poate fi în acest caz modelat convenţional, ca un proces discontinuu, ci va trebui adoptat un model hidrodinamic, întrucît datorită vitezelor foarte mari de deformaţie şi a temperaturilor ridicate, comportarea aşchiei este mai apropiată de cea a unui fluid, decît de cea a unui solid.

22.2.2. *Estimarea ordinului de mărime în vederea aproximării*

Pentru aproximările din cadrul modelării sau pentru eliminarea totală din model a unor factori, este necesară cunoaşterea ordinului de mărime a influenţei acestor factori.

De regulă, ordinul de mărime al unui factor sau al influenţei sale se apreciază prin cifre multiple ale lui 10.

De exemplu, un anumit perete al unui rezervor se poate considera adiabatic, dacă se poate demonstra că fluxul termic F_a prin acesta este de 10, 100 sau 1000 de ori mai mic decît fluxul termic F prin oricare din ceilalţi pereţi:

$$\frac{F_a}{F} = \frac{1}{10} \; ; \; \frac{1}{100} \; ; \; \frac{1}{1000} \; \ldots .$$

Raportul nu este necesar să se determine cu mare precizie; nu are importanţă dacă $\frac{F_a}{F}$ este $\frac{1}{80}$; $\frac{1}{100}$ sau $\frac{1}{120}$ ci numai ordinul de mărime $\frac{1}{100}$, ceea ce, de exemplu, în anumite ocazii este suficient pentru a considera peretele adiabatic.

De multe ori aprecierea ordinului de mărime se poate realiza prin descompunerea funcţiilor respective în serii şi neglijarea termenilor mici.

De exemplu, în transmisia căldurii, funcţia tipică $\frac{T}{T - \Delta T}$, în care T este temperatura, iar ΔT creşterea acesteia, poate fi descompusă în: $\frac{T}{T - \Delta T} = \frac{1}{1 - \Delta T/T} = 1 + \frac{\Delta T}{T} + \left(\frac{\Delta T}{T}\right)^2 + \ldots$ şi ca urmare a faptului că $\left(\frac{\Delta T}{T} < 1,\right)$ iar $\left(\frac{\Delta T^2}{T}\right) << 1$ poate fi aproximată numai prin primii doi termeni:

$$\left(\frac{T}{T - \Delta T} \approx 1 + \frac{\Delta T}{T}\right)$$

22.2.3. *Aplicarea principiilor fizicii şi culegerea datelor*

Inventatorul trebuie nu numai să cunoască principiile fizice studiate în cadrul disciplinelor tehnice şi de specialitate ci, în special, să se orienteze în alegerea principiilor celor mai adecvate în soluţionarea problemelor inginereşti concrete.

În toate cazurile, trebuie să se orienteze spre folosirea principiilor, legilor şi regulilor fizice în forma lor cea mai simplă, pură şi fundamentală.

Inventatorul trebuie să realizeze prin întreaga sa pregătire tehnico-ştiinţifică o bună corelare între simboluri şi realităţi, între ecuaţii şi principiile fizicii, între cunoaştere şi înţelegere. Din păcate, mulţi oameni cunosc simboluri şi ecuaţii dar nu înţeleg - nu simt principiile şi fenomenele care stau la baza acestora. De aceea, pentru evitarea în cea mai mare măsură a erorilor de interpretare în rezolvarea problemelor de analiză inginerească, se recomandă folosirea legilor fundamentale ale naturii şi nu a legilor speciale, particulare. În acest sens, este recomandabilă folosirea directă a celei de a doua legi a staticii, a primei şi a celei de a doua legi a termodinamicii, a legii conservării masei etc.

Este evident că şi noţiunea de fundamental este relativă. După John Dixon [1], abordarea problemei folosirii principiilor fizicii poate fi de două feluri:

- abordarea formală;
- abordarea conceptuală.

Ilustrativă, în acest sens, este problema unidimensională staţionară a termoconductivităţii în condiţiile lipsei unei surse interioare. Este, în acest sens, recomandabilă folosirea unei legi fundamentale, de tipul ecuaţiei generale a conductivităţii a lui Fourier.

$$\alpha \nabla^2 T + \frac{G}{\rho C} = \frac{\partial T}{\partial t}$$

care, pentru cazul particular mult mai simplu enunţat anterior, devine:

$$\frac{d^2 T}{dx^2} = 0$$

O astfel de deducere a ecuaţiilor concrete ale fizicii, pornind de la o relaţie generală - fundamentală cunoscută, înţeleasă şi reţinută, poartă denumirea de *abordare formală* a principiilor fizicii ale problemei de analiză.

S-a urmat calea: *relaţie generală - fenomen particular - relaţie particulară*. Este evident total neeconomică şi nemetodică reţinerea mulţimii relaţiilor particulare, în loc de înţelegerea şi reţinerea unei relaţii fundamentale.

Dar la fel de eficientă poate fi şi reţinerea legilor fizice de bază şi aplicarea acestora pentru cazul fenomenului particular, în vederea formulării matematice a acestuia; în acest caz, se urmăreşte, calea: *legea fizică generală - formularea sa matematică pentru cazul particular*. O astfel de abordare a problemei de analiză inginerească poartă denumirea de *abordare conceptuală*.

Dacă ne referim la problema precedentă, în cazul abordării conceptuale se aplică principiile mai generale de continuitate şi prima lege a termodinamicii pentru un element

diferenţial dx, $dq_i = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} \to dx \to dq_e = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(-cdA\frac{\partial T}{\partial x}\right)dx$ iar principiul bilanţului termic (principiul întîi al termodinamicii) va da,

$$-cdA\frac{\partial T}{\partial x} = -cdA\frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(-cdA\frac{\partial T}{dx}\right)dx$$

În ipoteza că atît c, cît şi A sînt constante, relaţia capătă forma simplificată cunoscută.

$$\frac{d^2T}{dx^2} = 0$$

Abordarea conceptuală este mai eficientă, întrucît permite o pătrundere mai profundă în problema de analiză, o mai bună înţelegere a legilor fizicii şi a aproximărilor şi neglijării folosite. În afară de aceasta, în rezolvarea unor probleme cu totul noi, la deducerea relaţiilor şi rezolvarea unor astfel de probleme, cînd principiul fizic general este aplicabil dar relaţia formală nu se potriveşte, inventatorul care trebuie să rezolve problema se află într-o situaţie favorabilă.

În mod similar, în hidrodinamică, în locul folosirii ecuaţiei formale Navier-Stock, folosirea conceptuală a celei de a doua legi a lui Newton la cercetarea elementului diferenţial al fluidului sau în dinamică, în locul folosirii ecuaţii formale a lui Lagrange, folosirea conceptuală a legii fundamentale F = ma etc. sînt de multe ori mai eficiente.

Aceasta nu înseamnă însă că trebuie absolutizată abordarea conceptuală, întrucît şi abordarea formală are un avantaj hotărîtor în raport cu cea conceptuală, - avantajul operativităţii, ceea ce în inventică este de maximă importanţă.

Inventatorul trebuie să aibă abilitatea de a folosi cu discernămînt ambele sisteme de abordare a principiilor fizice ale obiectului creaţiei proprii.

În aplicarea principiilor fizicii, de maximă importanţă este alegerea şi folosirea corectă a celor două sisteme de coordonate de bază, *Lagrange*, la care originea este legată de un punct material concret, iar sistemul se mişcă o dată cu acesta sau *Euler*, cu originea şi axele de coordonate fixate în spaţiu.

Ambele sisteme, în cazul unei folosiri corecte, dau rezultate corecte, dar după trasee de lungimi şi complexităţi diferite. Abilitatea inventatorului constă tocmai în alegerea celui mai potrivit sistem în raport cu scopul analizei inginereşti.

Cel care rezolvă problema de analiză trebuie să cunoască şi să mînuiască cu pricepere şi alte concepte fizice de bază, cum sînt: conservarea masei, cantităţii de mişcare, energiei, entropiei, legea Newtoniană a mişcării etc.

În structura noii soluţii elaborate sînt cuprinse de regulă mai multe probleme de analiză inginerească şi, implicit, mai multe modele şi principii fizice de aplicare. Chiar şi la un obiect al creaţiei aparent simplu, cum este o sculă aşchietoare, se pun probleme multiple de elaborare a modelelor fizico-matematice şi a principiilor fizice de aplicat.

În acest sens, noua soluţie va fi supusă unei analize critice comparative, în raport cu soluţia convenţională, în special sub următoarele aspecte:

- Analiza materialelor din structură şi a tratamentelor termice - a tehnologităţii acestora.

- Analiza geometriei constructive obţinute prin optimizarea prealabilă prin extrapolare-asimilare a geometriei funcţionale, pe baza relaţiilor care leagă unghiurile constructive de cele funcţionale; vor fi supuse verificării, pe baza unghiurilor constructive optime astfel adoptate şi a relaţiilor de legătură [5], abaterea unghiurilor funcţionale în raport cu cele optime, în punctele „critice" ale tăişului noii scule (în special la sculele profilate, în punctele cu k = 90°, în care unghiurile de aşezare funcţionale se anulează sau devin exagerat de mici).

- Analiza soluţiei de ansamblu sub aspectul principalelor criterii de optimizare; proiectantul se poate rezuma numai la analiza soluţiei de ansamblu, întrucît partea aşchietoare este în această fază deja optimizată. Noua soluţie se analizează sub aspectul rezistenţei la uzură, al durabilităţii efective, a capacităţii de aşchiere şi calităţii suprafeţei prelucrate.

- Analiza rezistenţei şi a fiabilităţii; vor fi supuse verificării de rezistenţă-rigiditate, dintele, corpul, partea de poziţionare-fixare, iar la sculele armate cu carburi metalice sinterizate sau cu materiale minerale-ceramice şi partea aşchietoare. Indicii şi parametrii fiabilităţii nu pot fi decît evaluaţi în comparaţie, în această fază de realizare a programului.

- Analiza capacităţii canalelor de a cuprinde şi evacua aşchiile degajate.

- Analiza tehnologicităţii diferitelor componente şi a soluţiei de ansamblu, precum şi a schemei de restabilire a calităţilor aşchietoare.

- Analiza preţului de cost al construcţiei şi al celui de exploatare.

22.2.4. *Calculele şi verificarea acestora*

Pentru a obţine datele cantitative-cifrice, proiectantul, fie că foloseşte principiile fizico-matematice, fie datele practice obţinute pe modelul experimental, trebuie să apeleze la metodele analitice, grafice sau grafo-analitice de calcul sau de prelucrare matematică a datelor experimentale. În general, metodele analitice de calcul se caracterizează printr-o precizie înaltă, dar sînt uneori şi deosebit de laborioase, în timp ce metodele grafice sînt expeditive şi sugestive, dar de regulă lipsite de precizie. Iată din ce cauză, în această etapă, subordonată criteriului operativităţii, se preferă metodele grafice, iar în cazurile cînd precizia înaltă cerută nu permite aceasta, se apelează la metodele analitice cu aportul calculatorului electronic. Pentru prelucrarea matematică a datelor experimentale obţinute pe model, în afară de metodele obişnuite, (liniarizarea în coordonate logaritmice, metoda celor mai mici pătrate etc.), se procedează uneori şi la analiza statistică sau la analiza dimensională.

Verificările, care trebuie efectuate şi în celelalte faze, ca o preocupare permanentă, se referă la structura corectă a relaţiilor matematice, dacă acestea sînt corespunzătoare din punct de vedere dimensional, dacă îmbracă corect fenomenele fizice. În acest sens, trebuie verificate limitele mărimilor fizice; dacă o mărime fizică îmbrăcată în haină matematică, pe baza legilor fizicii, tinde spre anumite limite (o anumită valoare, infinit sau zero), trebuie verificat dacă acest lucru se întîmplă şi pe baza relaţiilor analitice. Trebuie de asemenea verificat dacă toţi parametrii care influenţează fenomenul, mărimea

sau procesul fizic, sînt cuprinşi în relaţia de calcul, dacă în general rezultatul calculului este raţional.

Verificările calculelor sînt deosebit de eficiente şi de importante, întrucît este mult mai uşor de remediat o greşeală de calcul „pe hîrtie" decît într-o fază ulterioară, avansată.

22.2.5. *Exemplu de analiză inginerească-teoretică în construcţia de maşini*

22.2.5.1. *Problema generală.* În schema cinematică şi de ansamblu a unei noi maşini rapide de găurit s-a propus înlocuirea transmisiei dinţate, zgomotoase, printr-o transmisie liniştită, prin curea lată. Modelul experimental, la care transmisia prin curea a fost sumar calculată cu ajutorul cunoscutei relaţii a lui Euler $T_1 = T_2 e^{\mu\alpha}$ (în care T_1 este forţa din ramura care se desfăşoară, T_2 forţa din ramura care se înfăşoară, e baza logaritmilor naturali, μ coeficientul de frecare, iar α unghiul de cuprindere) s-a constatat că lucrează liniştit, corespunzător scopului, dar cureaua se rupe prea repede.

22.2.5.2. *Precizarea problemei de analiză.* Să se precizeze cauza ruperii şi modul de eliminare a acestui neajuns. Pentru aceasta va trebui elaborat un model fizico-matematic mai riguros decît modelul idealizat a lui Euler (fir perfect flexibil, inextensibil şi imponderabil). Va trebui luat în consideraţie un fenomen neglijat, forţa centrifugă, care în condiţiile specifice de mare viteză a noii soluţii, s-ar putea să nu mai poată fi neglijată.

22.2.5.3. *Elaborarea modelului fizico-matematic şi aplicarea principiilor fizicii.* În cazul unei *abordări conceptuale* se vor folosi numai legile de bază ale mecanicii, în conformitate cu care forţa de frecare este egală cu forţa normală la suprafaţa de frecare înmulţită cu coeficientul de frecare, iar forţa centrifugă este egală cu masa înmulţită cu acceleraţia centrifugă.

Modelul fizico-matematic este uşor de conceput sub forma unui element de curea, separat, în sistemul de coordonate intrinsec - Lagrange, aflat în echilibru sub acţiunea unor forţe exterioare şi de legătură (figura 22.2).

Pe direcţia radială se vor distinge următoarele forţe:

dN - reacţiune normală dintre curea şi şaibă;

$\frac{qV^2}{r_g} r d\theta$ - forţa centrifugă elementară, în care $\frac{V^2}{r}$ este acceleraţia centrifugă, g - acceleraţia gravitaţiei, $r d\theta$ - lungimea elementului de curea, iar q - greutatea specifică a curelei; $F \sin\frac{d\theta}{2} + (F + dF)\sin\frac{d\theta}{2} \approx F d\theta$ componentele forţei de tracţiune pe direcţie radială, iar pe direcţie tangenţială forţele:

μdN - forţa elementară de frecare.

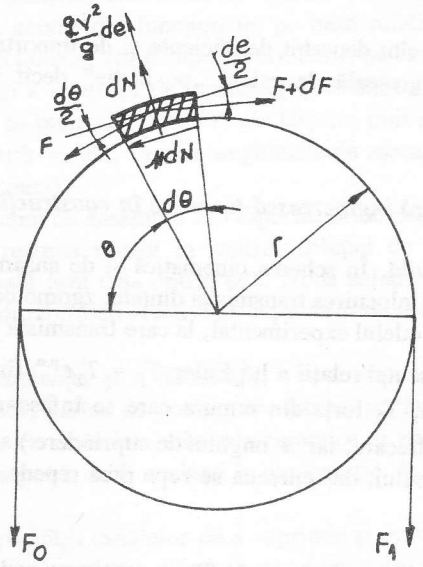


Figura 22.2

$F\cos\frac{\theta}{2} - (F + dF)\cos\frac{\theta}{2}$, componentele tangenţiale ale forţelor de tracţiune pe elementul de curea.

Ecuaţia de echilibru pe direcţia radială dă:

$$dN + \frac{qV^2}{g}d\theta - Fd\theta = 0 \text{ sau } dN = \left(F - \frac{qV^2}{g}\right)d\theta \ldots \qquad 22.1$$

iar pe direcţie tangenţială,

$$F\cos\frac{\theta}{2} - (F + dF)\cos\frac{\theta}{2} + \mu dN = 0$$

sau cu aproximaţie,

$$\mu dN \simeq dF \ldots \qquad 22.2$$

Raportînd relaţiile 22.1 şi 22.2 şi integrînd, se obţine:

$$\mu = \frac{dF}{\left(F - \frac{qV^2}{g}\right)d\theta}$$

$$\int_0^{\alpha} d\theta = \int_{F_0}^{F} \frac{dF}{F - \frac{qV^2}{g}}$$

$$\mu\alpha = L\frac{F_1 - \frac{qV^2}{g}}{F_o - qV^2}$$

sau $$\frac{F_1 - \frac{qV^2}{g}}{F_o - \frac{qV^2}{g}} = e^{\mu\alpha}$$

sau $$F_1 = F_o e^{\mu\alpha} + \frac{qV^2}{g}(1 - e^{\mu\alpha}) \ldots \qquad 22.3$$

Este evident că la relaţia de verificare se poate ajunge şi printr-o abordare formală a problemei, apelînd la o relaţie generală pentru frecarea organelor flexibile grele pe arce de cerc, relaţie pe care am stabilit-o într-o lucrare publicată în 1957 [6].

Modelul fizic mai general căruia îi aparţine această relaţie este reprezentat în fig.22.3.

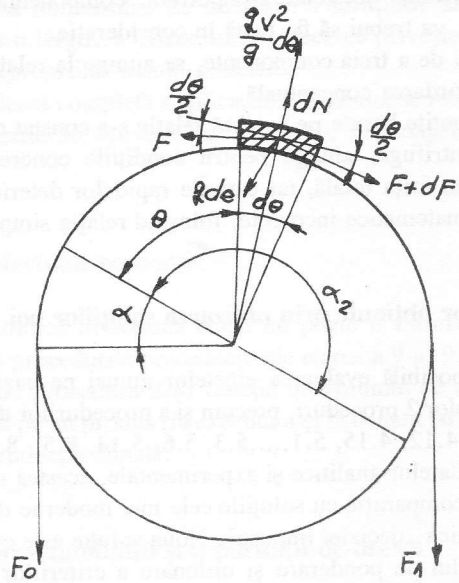


Figura 22.3

În conformitate cu acest model fizic, elementul de organ flexibil este solicitat nu numai datorită forţelor de legătură, forţelor normale şi de frecare şi a forţelor centrifuge, ci şi datorită greutăţii proprii $qd\theta$.

Expresia generală are forma:

$$F_1 = F_o e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)} + \frac{qV^2}{g}\left[1 - e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)} + qr\left[\sin(\alpha_2 - 2\rho) - e^{\mu(\alpha_2 - \alpha_1)}\sin(\alpha_1 - 2\rho)\right]\right] \ldots$$

în care, în afara notaţiilor cunoscute,

α_1 şi α_2 sînt unghiurile de intrare şi ieşire ale organului flexibil din zona curbilinie, măsurate după următoarea regulă: dacă sensul deplasării relative a organului flexibil este cel trigonometric, originea unghiurilor este cea trigonometrică, iar în caz contrar, decalată cu 180°.

$\rho = arctg\,\mu$ - este unghiul de frecare.

Această relaţie, cu trei componente de bază, ţine seama de trei fenomene:

- prima componentă (statică) este datorată înfăşurării;
- a doua componentă dinamică este datorată forţei centrifuge;
- a treia componentă (statică) datorată greutăţii proprii a organului flexibil.

Este evident că în cazul problemei concrete de analiză, cea de a treia componentă poate fi neglijată, întrucît cele cîteva grame ale curelei nu pot influenţa sensibil static forţa în ansamblu şi nici rezistenţa acesteia. Dimpotrivă, componenta centrifugă, datorită vitezelor mari de rotaţie, va trebui să fie luată în consideraţie.

Prin eliminarea celei de a treia componente, se ajunge la relaţia particulară (22.3), obţinută anterior prin abordarea conceptuală.

Prin calculele amănunţite bazate pe această relaţie s-a constat că membrul doi, care ţine seama de forţa centrifugă, ajunge pentru condiţiile concrete ale problemei să reprezinte peste 30 % din forţa totală, iar cauzele rapidelor deteriorări ale curelei s-au datorat modelării fizico-matematice incorecte, folosind relaţia simplă a lui Euler.

22.3. Estimarea efectelor obţinute prin utilizarea soluţiilor noi

În etapa a-9-a este posibilă evaluarea efectelor numai pe baza analizei inginereşti teoretice din cadrul primelor 2 proceduri, precum şi a procedurilor din etapele precedente (2.2, 2.7, 2.8, 3.2, 3.5, 4.12, 4.15, 5.1,...,5.3, 5.6, 5.14, 8.5...8.9).

După obţinerea rezultatelor analitice şi experimentale, acestea trebuie interpretate şi evaluate, în special prin comparaţie cu soluţiile cele mai moderne din domeniu. În acest scop, se poate folosi tehnica „deciziei impuse". Noua soluţie este comparată cu soluţiile existente, pe baza tabelului de ponderare şi ordonare a criteriilor de optimalitate şi a realizării unui tabel de ponderare a soluţiilor existente împreună cu noua soluţie, precum şi a unui tabel de determinare a numerelor valorice, prin intermediul căruia se stabileşte ordinea valorică generală a soluţiilor, în care, evident, primul loc trebuie să-l ocupe noua soluţie.

Prin această procedură trebuie să se elaboreze şi lista avantajelor noii soluţii în raport cu soluţiile de vîrf existente, avantajele exprimate calitativ, dar în măsura posibilităţilor analizei pur teoretice şi cantitativ.

22.4. Estimarea perspectivelor soluţiilor selectate. Presupune utilizarea rezultatelor demersurilor 2.2, 2.7, 2.8, 3.2, 3.5, 4.2, ... 4.6, 4.11...4.16, 5.2, 5.3, 7.5...7.11, 8.5...8.9 şi 9.3 şi solicită răspunsul la întrebarea, cum şi în ce măsură, noile soluţii tehnice vor modifica situaţia actuală în diferitele ramuri şi domenii ale tehnicii, dacă vor crea noi posibilităţi pentru satsfacerea necesităţilor existente, dacă vor genera noi necesităţi sau noi dificultăţi.

22.5. Determinarea domeniilor optime de utilizare practică a soluţiilor noi selectate reprezintă o importantă procedură, care pe linia praxiologică generală a inventicii, conturează perspectivele implementării industriale, eficientizînd la maxim demersurile viitoare pentru larga utilizare industrială. Procedura 9.5 trebuie dezvoltată pe baza rezultatelor obţinute prin procedurile precedente 4.2...4.4, 4.12...4.15, 5.2, 5.7, 7.5...7.11, 8.5, 8.6, 9.3 şi 9.4.

22.6. Determinarea domeniilor de utilizare a soluţiilor analoage de vîrf, în prezent şi în viitor, asigură o lărgire a orizontului în ceea ce priveşte posibilităţile de utilizare şi de implementare a propriilor soluţii selectate.

Pentru cuprinderea completă a aplicaţiilor posibile, se recomandă [1] să se folosească standardele, culegerile se brevete noi analoage, cataloagele de produse, normativele interne etc.

22.7. Estimarea efectului economic

Eficienţa economică în această etapă nu poate fi estimată decît cu aproximaţie; în acest scop folosind procedurile precedente ale etapei a 9-a, 9.1,...9.6, precum şi masivul informaţional dat de procedura 2.8, funcţie de volumul de utilizare, se stabileşte dintîi eficienţa economică pe un produs (la executant şi la beneficiar) şi apoi eficienţa economică totală funcţie de producţia anuală.

22.8. Expertiza brevetabilităţii şi a purităţii de brevet

În condiţiile în care procesul proiectării creative a urmat pînă în această etapă o cale dominant logică-ştiinţifică, bazată pe o informare şi sinteză a informaţiilor riguroasă, pe elaborarea diagramelor şi matricelor morfologice de idei sau a obiectului generalizat al creaţiei, în care locul şi conţinutul principal al ideilor brevetate deja este bine determinat, *brevetabilitatea este prestabilită*; în cazul invenţiilor combinatorice, noua combinaţie adoptată reprezintă de fapt revendicarea de bază în viitoarea descriere de invenţie. Dar aşa cum a rezultat din capitolele precedente destinate metodelor şi tehnicilor de creaţie, tehnicile analitice de căutare morfologică şi metodele logice de creaţie devin mult mai eficiente în condiţiile îmbinării acestora cu tehnicile şi metodele psihologice-intuitive.

Tehnicile intuitive de tipul asocierii, analogiei, inversiei, empatiei, extrapolării sînt necesare atît pentru concretizarea tehnică de amănunt a soluţiilor obţinute prin metodele şi tehnicile logice, cît şi pentru îmbogăţirea şi creşterea valorii acestora.

Aceste concretizări tehnice şi îmbogăţiri ale soluţiei de bază pot să fie sau nu brevetabile, după cum este, de asemenea, posibilă încălcarea unor brevete în vigoare pe teritoriul naţional sau în ţările în care se intenţionează să se exporte noul produs sau tehnologie.

Probabilitatea încălcării unor brevete în vigoare este cu atît mai mare, cu cît complexitatea obiectului invenţiei proprii este mai ridicată. O anumită construcţie poate să conţină cîteva brevete în vigoare şi uneori pînă la 700-1000 de brevete, cum este de exemplu, în cazul unui autoturism sau autocamion şi se referă la obiectul invenţiei, în ansamblu, la subansamble, mecanisme, organe etc. De aceea este foarte important să se aleagă corect elementele supuse verificării purităţii de brevet şi a brevetabilităţii, în vederea reducerii eforturilor de informare.

I.I. Kicikin şi E.P. Scorneacov [7] propun următoarele acţiuni şi recomandări pentru expertiza purităţii de brevet şi a brevetabilităţii, în conformitate cu tabelul 22.1 şi cu legislaţia sovietică.

Se poate recomanda următoarea ordine a fazelor expertizei purităţii de brevet [7]:

- stabilirea condiţiilor expertizei;
- analiza particularităţilor legislaţiei invenţiilor în ţările care interesează;
- alegerea şi selectarea documentaţiei tehnice de bază pentru expertiză;
- căutarea şi selectarea descrierilor de invenţii;
- analiza detaliată a materialelor selectate;
- fundamentarea rezultatelor experizei;
- elaborarea protocolului asupra expertizei.

22.8.1. ***Stabilirea condiţiilor expertizei*** trebuie să satisfacă două criterii de bază: certitudinea rezultatelor în condiţiile unui consum minim de timp şi mijloace. Trebuie precizat scopul expertizei - stabilirea purităţii de brevet a unui produs nou, modernizat sau deja fabricat - ţările care intersează, precum şi nomenclatorul soluţiilor tehnice verificate (schema cinematică, hidraulică, electrică, a construcţiei, de ansamblu, mecanismele, subansamblele, organele, procesele tehnologice etc.).

În acest sens, pentru obiecte de complexitate ridicată, maşini, agregate, maşini-unelte, tractoare, automobile, combine etc. trebuie în primul rînd evidenţiate soluţiile tehnice de maximă importanţă pentru soluţia de ansamblu, cum sînt schema principială a construcţiei, cinematică, hidraulică, electrică, de comandă electronică sau fluidică, de automatizare, componenţa de ansamblu, soluţiile constructive de bază etc.

Pentru un specialist inventator este relativ uşor să selecteze elementele posibile a fi acoperite de brevete, elemente relativ noi, de cele devenite clasice şi pentru care, evident, perioada de protecţie a fost expirată.

Tabelul 22.1

Nr. ctr.	Expertiza asupra purităţii de brevet	Expertiza asupra brevetabilităţii
1	Se verifică soluţia de ansamblu, supunîndu-se evaluării toate sau majoritatea soluţiilor tehnice conţinute	Se verifică numai soluţia dată, presupusă ca invenţie
2	Expertiza se realizează pentru fiecare ţară interesată în parte	Expertiza se efectuează independent
3	Se ia în consideraţie legislaţia protecţiei industriale a tuturor ţărilor pentru care se realizează expertiza	Se ia în consideraţie numai legislaţia naţională
4	Rolul expertizei este evidenţierea unor detalii ale obiectului creaţiei brevetate deja, fără a se lua în consideraţie eventualele diferenţieri din punctul de vedere al altor detalii	Rolul expertizei este de a evidenţia diferenţierile fată de soluţiile cunoscute, fără a se lua în consideraţie detaliile comune
5	Se iau în consideraţie numai brevetele în vigoare din ţara dată	Se iau în consideraţie orice surse care ar putea anula noutatea soluţiei proprii
6	Expertiza nu se încheie pînă nu se examinează toate brevetele în vigoare în ţara dată	Expertiza se poate încheia în momentul depistării unei surse care anulează noutatea soluţiei proprii
7	Adîncimea în timp a căutărilor este determinată de perioada de valabilitate a brevetelor în ţara respectivă	Adîncimea în timp a căutărilor nu este legată de perioada de valabilitate a brevetelor, depăşind-o substanţial
8	La studierea descrierilor se va acorda atenţie deosebită evidenţierii drepturilor ce decurg din invenţie	
9	Erorile şi impreciziile în evaluare pot duce la importante pagube materiale şi morale	Erorile şi impreciziile sînt eliminate în fazele superioare de valorificare (la examinarea protestelor terţilor etc.)

22.8.2. ***Analiza particularităţilor legislaţiei invenţiilor din ţările care interesează*** presupune în primul rînd stabilirea corectă a soluţiilor tehnice care trebuie verificate, sub aspectul perioadelor de cînd sînt ele cunoscute, iar, în al doilea rînd, stabilirea naturii surselor care pot fi opuse soluţiei proprii: trebuie luate în consideraţie condiţiile de noutate şi caracterul expertizei asupra brevetabilităţii din diferitele ţări.

22.8.3. ***Alegerea şi selectarea documentaţiei de bază pentru expertiză***

Expertiza purităţii de brevet presupune folosirea desenelor de ansamblu, de montaj, de subansamblu, de execuţie a mecanismelor şi dispozitivelor. Pentru verificarea soluţiei de bază, se folosesc în special schemele cinematice, hidraulice, electrice, de automatizare, electronice sau fluidice.

Paralel cu partea grafică vor trebui consultate părţile scrise, în special cele explicative referitoare la funcţionare, exploatare, tehnologie, pentru conturarea unei imagini globale şi corecte asupra soluţiilor examinate, pentru eventuale opuneri.

22.8.4. ***Căutarea şi selectarea descrierilor de invenţii***

Pentru fiecare soluţie verificată trebuie stabilit în prealabil numărul minim necesar de rubrici de clasificare după clasificarea internaţională de studiat, ceea ce presupune luarea în consideaţie a următorilor factori [7]:

- sistemul de clasificare folosit (internaţional, german, naţional etc.) în fiecare ţară şi data de cînd este introdus noul sistem, pentru a lua eventual în consideraţie pentru invenţiile mai vechi şi a precedentului sistem de clasificare;
- numărul total de brevete eliberate în fiecare ţară în parte pentru tipul dat de invenţie;
- tipul surselor după care se propune căutarea iniţială a descrierilor şi gradul de prelucrare a fondului de descrieri, respectiv existenţa unor eventuale materiale documentare informative sintetice, pentru fiecare ţară în parte;
- caracterul soluţiei proprii, complexitatea sa, numărul şi tipul soluţiilor tehnice originale de amănunt etc.

Pentru ţările dezvoltate industrial, indexarea trebuie realizată amănunţit, pînă la subgrupă inclusiv, în timp ce pentru ţările cu fond de investiţii mai sărac, indexarea se poate limita la clasă şi subclasă. Ca sursă de bază pot fi folosite buletinele naţionale pentru invenţii şi mărci. Dacă aceste buletine nu conţin rezumate şi scheme după care s-ar putea selecta descrierile care ar trebui analizate detaliat, se procedează la selectarea pe baza unor observaţii rapide asupra desenelor şi revendicărilor descrierilor detaliate de invenţie.

În urma examinării prealabile şi selectării descrierilor, se elaborează un tabel de descrieri care trebuie analizate detaliat, cu următoarele rubrici:

- numărul brevetului sau al cererii;
- denumirea brevetului;
- ţara şi titularul;
- cu ce soluţie tehnică de amănunt a soluţiei proprii trebuie comparat;

- situaţia plăţii taxelor pentru menţinere;
- rezultatele analizei descrierii.

22.8.5. ***Analiza detaliată a descrierilor selectate*** reprezintă faza de bază a expertizei şi presupune efectuarea următoarelor operaţii:

- evidenţierea părţilor din descriere care stabilesc volumul juridic al drepturilor titularului;
- nominalizarea revendicărilor şi obiectului brevetului;
- evidenţierea revendicărilor care delimitează maximal volumul drepturilor ce decurg din descriere;
- evidenţierea tuturor indicilor din descriere şi a ansamblului acestora pentru fiecare revendicare în parte;
- compararea indicilor apăraţi de descrierea dată cu a celor corespunzători din soluţia proprie;
- determinarea esenţei fiecărui indice din descriere nefolosit în soluţia proprie;
- studiul posibilităţii unei interpretări mai largi a revendicărilor proprii, pe baza recunoaşterii unor indici ai descrierilor studiate nefolosiţi în soluţia proprie;
- concluzii privind acoperirile unui indice, revendicării sau ale descrierii proprii în ansamblu, de către indicii, revendicarea sau descrierea în ansamblu a invenţiei analizate.

Evidenţierea indicilor se face pentru fiecare revendicare în parte, notîndu-se cu literele mari fiecare indice de bază şi cu litere mari însoţite de cifra 1 pentru indicii de importanţă secundară, cu cifra 2 pentru cei de importanţă terţiară etc.

Pentru compararea brevetului analizat cu soluţia proprie se foloseşte un tabel sintetic 22.2 [7], în care, prezenţa sau absenţa indicelui analizat în creaţia proprie se notează cu semnul +, respectiv cu semnul -.

Dacă din expertiza comparată rezultă că unul sau cîţiva indici constituenţi ai unei revendicări ai unei descrieri analizate nu se folosesc în invenţia proprie, trebuie analizată importanţa indicilor neutilizaţi şi dacă aceştia nu ar putea fi eventual înlocuiţi prin echivalenţi neopozabili.

Momentul este deosebit de important, întrucît analiza inginerească se transformă în sinteză creativă, îmbogăţind tehnic propria soluţie, asigurîndu-i totodată brevetabilitatea.

O revendicare proprie se consideră integral acoperită dacă toţi indicii săi de bază sînt acoperiţi, indiferent dacă soluţia proprie conţine un număr suplimentar de indici, inexistenţi în descrierea analizată şi chiar dacă aceşti indici suplimentari îmbunătăţesc suplimentar soluţia.

Dacă este încălcată chiar şi o singură revendicare a descrierii analizate, se consideră încălcată invenţia în ansamblu. Totuşi, trebuie evidenţiate toate revendicările acoperitoare şi neacoperitoare, pentru a aprecia gradul global de acoperire, pentru elaborarea recomandărilor privind posibilităţile de evitare a încălcării, prin continuarea eventuală a procesului creativ, în caz contrar, de obţinere de licenţe.

Tabelul 22.2

Nr. ctr.	Indicii din revendicările invenţiei analizate	Revendicările				Folosirea indicelui în soluţia proprie	Observaţii
		1	2	3	4		
1	Indicele A	+	+	+	+	da	
2	Indicele A_1	-	+	+	+	nu	
3	Indicele A_2	-	-	+	+	da	
4	Indicele A_3	-	-	-	+	nu	Indice ne-semnificativ
5	Indicele B	+	+	+	+	nu	Se foloseşte un echivalent
6	Indicele B_1	-	+	+	+	nu	-„-
7	Indicele B_2	-	-	+	+	nu	-„-
8	Indicele B_3	-	-	-	+	nu	-„-
9	Indicele C	+	+	+	-	nu	-„-
10	Indicele C_1	-	+	+	-	nu	-„-

22.8.6. ***Fundamentarea rezultatelor expertizei***, în cazul constatării purităţii de brevet, se poate realiza numai în următoarele două situaţii:

- la expertiză nu s-a evidenţiat nici o invenţie în vigoare care ar putea avea legătură cu obiectul creaţiei în ansamblu, pe subansamble sau în soluţiile tehnice de amănunt;
- expertiza a depistat invenţii în vigoare legate de propria creaţie, dar nici o revendicare sau indice nu sînt opozabile.

22.8.7. ***Principiile generale pentru acordarea sau neacordarea brevetului de invenţie*** [8], [9]

Principiile de acordare a brevetului de invenţie sînt grefate pe cele 11 speţe de invenţii, clasificate după fondul (speţa) soluţiilor tehnice, prezentate în capitolul 5 (paragraful 5.5.7 şi tabelul 5.2).

Considerăm deosebit de util pentru inventatorul de profesie, pentru inventatorul constructor, să cunoască principiile de bază, pentru acordarea sau neacordarea brevetului de invenţie, întrucît, prin aceasta, nu numai că este scutit de surprizele neplăcute determinate de examinarea de către expertul Oficiului de stat pentru invenţii a brevetabilităţii, dar va reuşi, în descrierile proprii de invenţii să-şi apere mult mai competent şansele de obţinere a brevetului.

Funcţie de speţa invenţiei, la Oficiul de stat pentru invenţii şi mărci din România, ca şi la alte oficii naţionale pentru invenţii din ţările dezvoltate industrial, există următoarele criterii de bază pentru admiterea sau respingerea invenţiei [8], [9], funcţie de speţa acesteia.

Speţa 1. Invenţii la care noutatea constă în asocierea a două sau mai multe soluţii cunoscute. În această categorie se încadrează cea mai mare parte a invenţiilor propuse pentru brevetare.

La examinarea acestor invenţii se folosesc drept criterii:

- modul în care a fost efectuată noua asociere;
- efectul care se obţine prin aplicarea invenţiei rezultate din asociere şi anume:

Invenţia se respinge dacă asocierea constă dintr-o juxtapunere a soluţiilor cunoscute, în aşa fel încît elementele fiecărei soluţii asociate funcţionează în noua asociere în mod independent unele de altele şi dacă efectele obţinute prin aplicarea invenţiei rezultate din asociere sînt egale cu suma aritmetică a efectelor obţinute de fiecare soluţie cunoscută în parte, atunci cînd s-ar folosi în mod independent de celelalte.

Invenţia se admite dacă asocierea constă dintr-o combinare organică şi funcţională. a soluţiilor cunoscute, în aşa fel încît elementele soluţiilor asociate să se influenţeze în mod reciproc şi dacă prin aplicarea invenţiei rezultată din asociere, rezultă fie efecte noi neaşteptate (surprinzătoare), fie efecte cunoscute provenind de la soluţiile asociate, dar în cantitate neaşteptat de mare, astfel încît să se întreacă suma aritmetică a efectelor soluţiilor asociate.

Speţa 2. Invenţii la care noutatea constă în modificarea formei unui obiect cunoscut sau în modificarea formei unor elemente componente ale unui obiect cunoscut, însoţită sau nu de modificarea poziţiei anumitor elemente.

Criteriul folosit la examinarea acestor invenţii îl constituie exclusiv efectul tehnic (însoţit sau nu de alte efecte) obţinut în urma modificării şi anume:

Invenţia se admite dacă noua formă constructivă conduce la efecte noi superioare sau neaşteptate.

Invenţia se respinge dacă noua formă constructivă nu este legată de efecte tehnice noi superioare chiar dacă există efecte estetice sau chiar economice. Aceste construcţii sînt protejate conform legislaţiei unor ţări prin modele de utilitate.

Speţa 3. Invenţii la care noutatea constă într-o nouă dimensionare a unui obiect cunoscut sau a unor elemente componente ale obiectului respectiv.

Criteriul folosit în examinarea acestor invenţii îl constituie exclusiv efectul tehnic - (însoţit sau nu de alte efecte) obţinut în urma noilor dimensionări.

Invenţia se admite dacă noile dimensiuni, respectiv elementul dimensional, conduc la un efect tehnic superior în comparaţie cu soluţia existentă în stadiul cunoscut al tehnicii.

Invenţia se respinge dacă noile dimensionări nu conduc la efecte tehnice noi superioare sau surprinzătoare.

Speţa 4. Invenţii la care noutatea constă într-o nouă folosire a unui obiect cunoscut din acelaşi domeniu, fie într-un caz particular din alt domeniu.

La examinarea acestor invenţii se folosesc drept criterii:

- problema pe care o rezolvă noua folosire a produsului cunoscut sau a metodei cunoscute;
- modificările care se aduc produsului cunoscut sau metodei cunoscute pentru a permite noua lor folosire;
- efectul care se obţine prin noua folosire a produsului cunoscut sau a metodei cunoscute, în comparaţie cu soluţiile cunoscute pentru soluţionarea problemei respective şi anume:

Invenţia se respinge: - dacă în noua folosire, produsul cunoscut sau metoda cunoscută rezolvă aceeaşi problemă ca şi în utilizările anterioare cunoscute;

- dacă efectele obţinute în noua folosire sînt aceleaşi sau similare cu cele obţinute cu soluţiile cunoscute pentru aceeaşi problemă.

În acest caz noua folosire nu constituie decît o extindere, respectiv o generalizare a aplicării produsului cunoscut sau a metodei cunoscute.

Invenţia se admite: - dacă în noua folosire, produsul cunoscut sau metoda cunoscută cu mici sau fără modificări, soluţionează o altă problemă decît problema soluţionată în utilizările anterioare şi

- dacă efectul obţinut în noua folosire este fie un efect neaşteptat (surprinzător), fie un efect superior efectelor obţinute prin aplicarea soluţiilor cunoscute pentru soluţionarea noii probleme,
- dacă în noua folosire produsul cunoscut sau metoda cunoscută, cu modificări mari, soluţionează aceeaşi problemă ca şi în utilizările anterioare şi
- dacă efectul obţinut în noua folosire este fie un efect nou, fie un efect cunoscut superior, obţinut prin folosirea unor soluţii cunoscute pentru soluţionarea aceleiaşi probleme;
- dacă în noua folosire, produsul cunoscut sau metoda cunoscută cu mici modificări soluţionează o problemă asemănătoare sau aceeaşi problemă şi
- dacă efectul obţinut este fie un efect nou neaşteptat (surprinzător) deosebit de important, fie un efect cunoscut, însă obţinut în cantitatea neaşteptat de mare, faţă de efectul obţinut prin aplicarea altor soluţii cunoscute pentru soluţionarea aceleiaşi probleme.

Speţa 5. Invenţii în care noutatea constă în înlocuirea unui material folosit în alcătuirea unui produs cunoscut sau folosit într-un procedeu de fabricaţie cunoscut, cu un alt material cunoscut.

La examinarea acestor invenţii se folosesc criteriile:

- modul de folosire a proprietăţilor materialului înlocuitor;
- efectele care se obţin prin aplicarea produsului sau procedeului în care se foloseşte materialul înlocuitor, în raport cu efectul obţinut prin folosirea produsului sau procedeului în alcătuirea anterioară şi anume:

Invenţia se respinge:- dacă în noua utilizare se folosesc proprietăţi ale materialului înlocuitor care au mai folosit anterior în acelaşi scop şi

- dacă efectul obţinut în folosirea produsului sau procedeului în care s-a inclus materialul înlocuitor, este similar cu efectul obţinut în folosirea produsului sau procedeului în alcătuirea anterioară;

În acest caz nou folosirea nu constituie decît o extindere a aplicării soluţiei cunoscute.

Invenţia se admite:- dacă în noua folosire, una sau mai multe proprietăţi ale materialului înlocuit nu au mai fost folosite anterior în acelaşi scop în care se foloseşte în alcătuirea produsului cunoscut sau a procedeului cunoscut;

- dacă efectul obţinut prin folosirea noii sau noilor proprietăţi ale materialului înlocuitor, este fie un efect nou neaşteptat (surprinzător), fie un efect cunoscut, însă superior efectelor obţinute prin aplicarea produsului cunoscut sau procedeului cunoscut (fără includerea materialului respectiv);

- dacă în noua utilizare se folosesc proprietăţi ale materialului înlocuitor, care au mai fost folosite anterior în acelaşi scop dar efectul obţinut prin folosirea produsului sau procedeului în care s-a inclus materialul înlocuitor este fie un efect nou, neaşteptat (surprinzător), deosebit de important, fie un efect cunoscut însă obţinut în cantitate neaşteptat de mare, faţă de efectul obţinut în folosirea produsului sau procedeului în alcătuirea anterioară; şi în acest caz trebuie subliniat faptul că pentru brevetare se evidenţiază efectele tehnice noi şi apoi alte efecte, deoarece, în general, în cazul înlocuirii unor materiale cunoscute cu alte materiale se urmăreşte în primul rînd realizarea unor economii, deci efecte economice, ori acestea singure nu pot sta la baza acordării unui brevet de invenţie.

Speţa 6. Invenţii în care noutatea constă din înlocuirea într-un dispozitiv, o maşină, o instalaţie etc. a unui organ cu un altul cunoscut care îndeplineşte o funcţie echivalentă.

Criteriul folosit la examinarea acestor invenţii îl constituie exclusiv efectul tehnic obţinut în urma înlocuirii organului respectiv şi anume:

Invenţia se respinge:- dacă efectele obţinute prin aplicarea dispozitivului, maşinii, instalaţiei etc. la care se foloseşte organul înlocuitor sînt egale sau similare cu efectele obţinute înainte de a se face această înlocuire.

Invenţia se admite:- dacă la folosirea dispozitivului, maşinii, instalaţiei etc. prevăzute cu organul înlocuitor, se obţin fie efecte noi neaşteptate (surprinzătoare), fie efecte cunoscute însă mult superioare efectelor obţinute înainte de a se face această înlocuire.

Speţa 7, invenţii în care noutatea constă în modificarea compoziţiei chimice a unui produs sau în modificarea proporţiilor în care intră materialele din care se compune un anumit produs.

La examinarea acestor invenţii se folosesc drept criterii:

- noutatea elementelor modificate în raport cu compoziţiile cunoscute anterior în acelaşi scop;

- rolul pe care îl îndeplinesc elementele modificatoare luate în parte şi în raport cu celelalte elemente din ansamblu;

- noutatea proporţiilor în care intră elementele modificatoare celelalte elemente din ansamblu;

- efectele obţinute prin folosirea produsului cu compoziţie modificată, în raport cu efectele obţinute prin folosirea produsului cu compoziţia anterioară şi anume;

Invenţia se respinge: - dacă elementele modificatoare au mai fost folosite în scopul propus, în proporţii similare cu cele conţinute în invenţie şi dacă efectele obţinute prin aplicarea invenţiei sînt similare cu cele obţinute anterior.

Invenţia se admite: - dacă elementele modificatoare sînt noi în înţelesul că nu au mai fost folosite în nici o altă compoziţie chimică cunoscută pentru scopul propus şi dacă efectele obţinute prin aplicarea invenţiei sînt fie noi, neaşteptate (surprinzătoare), fie cunoscute însă superioare efectelor obţinute cu compoziţiile cunoscute cu care se compară, folosite în acelaşi scop;

- dacă în compoziţia chimică intră elementele cunoscute care au mai fost folosite în scopul propus, dar elementele respective se folosesc într-o asociaţie nouă şi în proporţii noi, mult diferite de proporţiile în care au fost folosite în compoziţiile cunoscute şi dacă efectele obţinute prin aplicarea invenţiei sînt, fie noi neaşteptate (surprinzătoare), fie cunoscute însă în cantitate neaşteptat de mare.

Speţa 8, invenţii în care noutatea constă în modificarea parametrilor teehnologici, într-un procedeu de fabricaţie cunoscut (temperatura, presiune, granulaţie, pH etc.).

Criteriul folosit la examinarea acestor invenţii îl constituie exclusiv efectul tehnic obţinut în urma modificărilor aduse parametrilor respectivi şi anume:

Invenţia se respinge: - dacă efectele obţinute prin modificarea parametrilor sînt egale sau similare cu efectele obţinute înainte de modificare.

Invenţia se admite: - dacă în urma modificărilor aduse unuia sau mai multor parametri ai procedeului cunoscut, se obţin fie efecte noi, neaşteptate (surprinzătoare), fie efecte cunoscute dar în cantitate neaşteptat de mare faţă de efectele obţinute înainte de modificare.

Speţa 9. Invenţii în care noutatea constă în modificarea ordinei în care se succed fazele unui procedeu tehnologic cunoscut.

Criteriul folosit la examinarea acestor invenţii îl constituie exclusiv efectul tehnic obţinut prin modificarea ordinii fazelor şi anume:

Invenţia se respinge: - dacă efectele obţinute prin modificarea ordinei fazelor sînt egale sau similare cu efectele obţinute înainte de modificare.

Invenţia se admite: - dacă efectele obţinute prin modificarea ordinii fazelor procedeului cunoscut sînt fie efecte noi neaşteptate, (surprinzătoare), fie se obţin prin efecte cunoscute dar într-o cantitate neaşteptat de mare.

Speţa 10. Invenţii la care noutatea constă în simplificarea constructivă adusă unui produs cunoscut sau simplificarea obţinută prin eliminarea unor faze într-un procedeu de fabricaţie cunoscut.

La examinarea acestor invenţii, se folosesc drept criterii:

- funcţiile pe care le îndeplineşte produsul sau procedeul care face obiectul invenţiei;

- efectele care se obţin prin aplicarea produsului sau procedeului simplificat în raport cu efectele obţinute de produsul sau procedeul respectiv înainte de simplificare şi anume:

Invenţia se respinge: - dacă simplificarea s-a făcut cu reducerea funcţiilor pe care le avea produsul sau procedeul înaintea de simplificare şi dacă efectele obţinute prin aplicarea produsului sau procedeului simplificat sînt similare cu efectele obţinute înainte de simplificare.

Invenţia se admite: - dacă produsul sau procedeul simplificat conform invenţiei îndeplineşte funcţii în plus sau aceleaşi funcţiuni ca cele îndeplinite de produsul sau procedeul respectiv înainte de simplificare şi dacă efectele obţinute din aplicarea produsului sau procedeului sînt mult superioare produsului sau procedeului respectiv, înainte de simplificare sau dacă efectele după simplificare sînt aceleaşi ca şi înainte de simplificare, dar simplificarea este importantă.

Speţa 11. Invenţii la care noutatea constă în modificări aduse schemei electrice sau schemei electronice a unui produs sau unei instalaţii cunoscute.

Invenţia se respinge: - dacă efectele obţinute prin modificările aduse sînt egale sau similare cu efectele obţinute înainte de modificare, rezolvînd aceeaşi problemă.

Invenţia se admite: - dacă elementele modificatoare sînt noi, în sensul că nu au mai fost folosite, iar efectele tehnice obţinute prin aplicarea invenţiei sînt fie noi, neaşteptate (surprinzătoare) fie cunoscute însă superioare efectelor obţinute anterior.

22.9. Elaborarea descrierilor de invenţii pentru soluţiile selectate-brevetabile

Dacă rezultatele etapelor şi fazelor precedente ale analizei inginereşti sînt pozitive, obiectul proiectării creative are atributele necesare caracterizării ca invenţie, adică, noutate absolută pe plan mondial, caracter tehnic-aplicativ, superioritate faţă de soluţiile cunoscute.

Dat fiind faptul că prin creşterea nivelului de dezvoltare a ştiinţei şi tehnicii, probabilitatea apariţiei simultane sau apropiate în timp a unei idei viabile creşte, este strict necesar ca noua soluţie elaborată şi verificată să se breveteze.

În general, înregistrarea la Oficiul de Stat pentru invenţii şi Mărci trebuie operată în momentul cînd ideea este formulată şi precizată în aşa măsură, încît proiectantul poate redacta descrierea acesteia în conformitate cu normele interne şi internaţionale de redactare a descrierilor de invenţii, fiind convins de viabilitatea şi eficienţa acesteia.

O descriere de invenţie are următoarea structură: titlul, fraza introductivă de precizare şi localizare a titlului, prezentarea stadiului actual al tehnicii în domeniu, cu precizarea acelor lipsuri care sînt remediate prin soluţia proprie, problema pe care o rezolvă invenţia, scopul invenţiei, enunţul de principiu, în care se prezintă, principial, modul original de remediere a lipsurilor şi din care să se poată formula ulterior revendicările, descrierea detaliată a soluţiei şi desenele explicative, redactate astfel încît un specialist să le poată reproduce fizic pe baza unui proiect propriu, enunţarea argumentată a avantajelor şi prezentarea revendicărilor - a contribuţiilor personale.

Inventatorul, pentru a fi un adevărat inventator, trebuie să devină, în acelaşi timp, propriul său agent de brevete. Este posibil ca pentru prima descriere să-i fie necesare cîteva săptămîni de muncă, dar este sigur că, după 5-10 descrieri, timpul redactării se va

reduce la numai cîteva ore, nemaiprezentînd un obstacol demn de luat în consideraţie pe traseul inventicii.

Pentru cazurile în care există perspectiva valorificării în străinătate a invenţiilor româneşti, fie prin export de produs, fie prin licenţă, este necesară protejarea acestora pe teritoriile respective, prin brevetare.

Descrierile destinate brevetării în străinătate trebuie redactate în limbile oficiale ale ţărilor în care se brevetează, după normele de brevetare valabile în aceste ţări şi care, de regulă, nu diferă de noile norme româneşti prezentate anterior, decît prin detalii nesemnificative, care pot fi ajustate de către procuratorii care reprezintă interesele Camerei de Comerţ a României pe lîngă Oficiile de Stat străine.

Descrierile trebuie cît mai riguros redactate şi cît mai atent traduse, iar autorul trebuie să răspundă cu maximă atenţie şi răbdare la observaţiile solicitările şi eventualele opuneri ale oficiilor de stat pentru invenţii.

• Aceste activităţi se prelungesc, de regulă, mai mulţi ani.

Orice inventator care-şi brevetează invenţiile în străinătate trebuie să aibă în vedere faptul că Oficiile de Stat străine pentru invenţii nu au nici un interes să elibereze brevete unor organizaţii sau inventatori din afara graniţelor ţării, întrucît prin aceasta se acordă avantaje, atît în vederea unui eventual export de produse, cît şi pentru exportul de licenţe sau chiar pentru realizarea unui blocaj tehnic. Brevetele pentru străini se eliberează de aceea numai în cazurile cînd sînt foarte bine redactate şi susţinute şi aceasta numai în virtutea faptului că majoritatea ţărilor sînt semnatare ale Convenţiei de la Paris.

Brevetarea în străinătate presupune un important consum de valută şi de aceea hotărîrea de a înregistra o soluţie tehnică peste hotare trebuie argumentată prin:

- posibilitatea realizării în viitorul apropiat a unui export de produse bazate pe noua soluţie;
- posibilitatea realizării unui export de licenţe de brevet.

BIBLIOGRAFIE

1. Polovinkin A.I. - *Avtomatizaţia poiscovovo konstruirovania (iscustvenîi intelect v maşinom proictirovanii)* Ed. Radio i sveazi Moskva, 1981.
2. Dickson John - *Design Engineering. Inventiveness, Analysis and Decision Making*. Mc. Graw-Hill Book Co. 1966.
3. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini*. Inventica. Ed. Junimea Iaşi, 1986.
4. Belous V. - *Inventica*, vol.I. *Bazele creaţiei tehnice în construcţia de maşini*, I.P.Iaşi, 1984.
5. Belous V. - *Sinteza sculelor aşchietoare*, Ed. Junimea Iaşi, 1980.
6. Belous V. - *O generalizare a legii frecării organelor flexibile în porţiuni curbe*. Buletinul Institutului Politehnic Iaşi, Tom 3 (VII). Fasc.1-2, 1957, pp.195-202.
7. Kicikin I.I., Skorneacov E.P. - *Patentnîe issledovania pri kursovom i diplomnom proiectirovanii v vîsşih ucebnîh zavedeniah*. Ed.Vîsşaia Scola, Moskva, 1979.
8. Lorenţ Alex şi colab. - *Bazele protecţiei creaţiei tehnice originale*, Rotaprint I.I.S. Sibiu, 1985, pp.319-370.
9. Pau Eugen - *Criterii folosite la examinarea invenţiilor*. revista Invenţii-inovaţii, Bucureşti, nr.1, 1967.
10. * * * - *Norme privind redactarea descrierilor de invenţii*. În revista Invenţii-Inovaţii, Bucureşti, nr.2, 1985.

CAPITOLUL 23

ANALIZA INGINEREASCĂ, PRACTICA-EXPERIMENTALĂ PE MODEL FUNCŢIONAL (MINIPILOT). OPTIMIZAREA PREALABILĂ, DE AMĂNUNT (ORGANIZATORICĂ) ŞI DECIZIA DE ADOPTARE

În cazurile cînd analiza inginerească comparativă, pe model fizico-matematic a noii soluţii în raport cu soluţiile cunoscute este prea dificilă, fie ca urmare a complexităţii, fie ca urmare a faptului că noua soluţie este prea radicală, constituind o invenţie de bază - o invenţie pilot - este strict necesară proiectarea, realizarea şi încercarea unui model experimental (funcţional). Modelul trebuie proiectat şi executat operativ, dar cu suficientă atenţie, pentru ca experimentarea să poată acoate în evidenţă, cel puţin calitativ, avantajele noii soluţii.

Realizarea neglijentă a acestei etape poate conduce la rezultate slabe - demobilizatoare; de aceea considerăm strict necesară prezenţa activă a inventatorului în proiectarea, realizarea, şi verificarea modelului experimental (minipilotului) ocazie deosebit de favorabilă şi pentru îmbogăţirea soluţiei de bază, funcţie de noua experienţă tehnologică acumulată.

Etapa trebuie realizată suficient de rapid şi operativ, pentru asigurarea desfăşurării într-un ritm alert a întregului proces de creaţie şi în acelaşi timp suficient de riguros, pentru a asigura elaborarea unor concluzii edificatoare - mobilizatoare asupra noii soluţii.

În etapa a 10-a se apelează la următoarele 8 proceduri de bază:

1 - proiectarea modelului funcţional (experimental) sau a minipilotului;

2 - construirea modelului experimental (minipilotului);

3 - experimentarea modelului experimental (minipilotului);

4 - determinarea deficienţelor imediat remediabile şi remedierea;

5 - determinarea parametrilor operativ optimizabili şi optimizarea prealabilă;

6 - determinarea performanţelor modelului experimental preoptimizat şi compararea cu soluţiile de vîrf existente;

7 - determinarea parametrilor remediabili în cadrul proiectului prototipului experimental (pilotului);

8 - decizia de adoptare.

23.1. Proiectarea modelului funcţional (experimental) sau a minipilotului. În elaborarea proiectului modelului funcţional sau a minipilotului, pentru a asigura

operativitatea şi în acelaşi timp *rigurozitatea de principiu* a construcţiei, se acordă toată importanţa aspectelor de fond-funcţionale, dar se pot neglija unele aspecte constructive, care nu influenţează calitatea funcţionării pe perioadă experimentării, cum sînt cele de estetică-design, de finisare, de protecţie anticorosivă, de tribologie etc.

Modelul funcţional sau minipilotul trebuie să-l convingă pe inventator în primul rînd, iar într-o etapă următoare şi factorii decizionali ai implementării industriale, că toate cerinţele de bază şi toate avantajele estimate în etapele precedente, se confirmă.

23.2. Construirea modelului experimental (minipilotului) pare, la prima vedere, o procedură de bază care depinde numai de executant, de atelierul de prototipuri, de serviciul mecanic şef, de compartimentul autoutilări etc. Considerăm totuşi că în această procedură trebuie să se implice la maxim şi inventatorul din următoarele motive importante:

- posibilitatea cunoaşterii pe viu a procesului de fabricaţie - sursă a unor modificări constructive, uneori deosebit de importante, pentru creşterea tehnologicităţii soluţiei de ansamblu şi sporirea, pe această bază, a şanselor de reuşită în larga implementare industrială;
- posibilitatea intervenţiei operative în realizarea unor modificări imediate - uneori salutare;
- asigurarea rigurozităţii realizării parametrilor de bază;
- în contact direct cu practica - gîndind "cu mîinile" inventatorul îşi sporeşte substanţial puterea de penetraţie practică în realizarea noului.

23.3. Experimentarea modelului experimental (minipilotului); determinarea performanţelor de bază şi compararea cu listele 5.2, 5.7, 5.8. Această procedură de bază presupune dintîi verificarea la mersul în gol a modelului sau minipilotului, incluzînd verificarea schemei cinematice, hidraulice, fluidice, electronice, de automatizare etc. fără aport energetic pentru desfăşurarea procesului de lucru sau de transformare a energiei.

Într-o a doua subprocedură, se determină perfomanţele de bază în sarcină, cum sînt puterea dezvoltată, productivitatea, precizia prelucrării, stabilitatea la vibraţii, randamentul mecanic, precizia cinematică, hidraulică etc. şi parametrii acestor performanţe, care apoi se verifică prin comparaţii cu listele 5.2 (a cerinţelor sistemului tehnic dat) 5.7 (a cerinţelor principale), precum şi a cerinţelor noi din tabelul 5.8, care reprezintă în acelaşi timp şi *avantajele de bază* ale noii soluţii (întrucît cerinţele noi depistate şi apoi material realizate, se transformă în avantaje de bază ale noilor soluţii).

23.4. Determinarea deficienţelor imediat remediabile şi remedierea reprezintă o procedură de bază, deosebit de eficientă, care în mod evident presupune prezenţa inventatorului în procesul de experimentare a modelului funcţional sau a minipilotului. Dacă se depistează deficienţe importante de proiectare, se trece la reproiectare, iar dacă se constată deficienţe importante de execuţie, se reface modelul sau minipilotul; dacă se

constată unele deficienţe remediabile, se trece la remedierea operativă - subprocedură de bază pentru sporirea şanselor unei soluţii.

23.5. Determinarea parametrilor operativ optimizabili şi optimizarea prealabilă. După cum a rezultat din etapele şi procedurile precedente, unii parametri ai cerinţelor noilor soluţii pot fi optimizaţi prin calcul, în cadrul elaborării proiectului, în timp ce o serie întreagă de parametri, ca urmare a caracterului policriterial al acestora, nu pot fi determinaţi decît prin experiment, într-o etapă mai avansată, (etapa 13) pe prototipul experimental, construit riguros.

Există însă şi o a treia categorie de parametri, care pot fi optimizaţi operativ-direct prin experimentarea modelului funcţional sau a minipilotului, iar această şansă trebuie numaidecît folosită, inventatorul fiind personajul principal care poate depista astfel de parametri.

23.6. Determinarea performanţelor modelului experimental preoptimizat şi compararea cu soluţiile de vîrf existente. Această procedură de bază, de evaluare a performanţelor noii soluţii trebuie să-l înarmeze pe inventator cu argumentele necesare susţinerii în faţa factorilor de care depinde implementarea industrială.

În această etapă preliminată, de trecere de la sinteza inginerească, la etapele de valorificare şi implementare industrială, nivelul tehnic nu se poate stabili decît preliminat - aproximativ, prin compararea cifrei valorice N_{vo} a modelului experimental cu cifrele valorice N_v ale soluţiilor tehnice de vîrf cuprinse în lista 2.7 (obţinute prin tehnica deciziei impuse) comparaţie a cărei rezultat trebuie să-i fie evident favorabil soluţiei selectate, urmînd ca determinarea riguroasă a nivelului tehnic [1] să se realizeze într-o etapă superioară - etapa 13.

Trebuie precizat, de asemenea, că performanţele obţinute pe modelul experimental, cu toate că sînt mai convingătoare decît cele obţinute exclusiv prin calcul comparativ, sînt inferioare celor care se vor obţine pe prototipul industrial şi pe produsul de serie, ca urmare a faptului că modelul experimental este proiectat şi executat operativ şi nu este optimizat decît prin calcul şi prin extrapolarea unor date experimentale cunoscute de la tipurile constructiv-funcţionale existente.

Argumentaţia pentru susţinerea noii soluţii trebuie să fie elaborată cu multă grijă, cît mai concis şi mai clar, astfel încît cititorul sau cei cărora le este prezentată, să o poată înţelege uşor şi rapid. Greşelile de formulare şi cele gramaticale contribuie la pierderea încrederii în autorul acestora şi uneori chiar la respingerea ideii.

Prezentarea şi susţinerea ideii este util să fie însoţită de recomandări de perfecţionare pentru etapele superioare ale sintezei inginereşti şi de eventuale propuneri de generalizare, care evident, sporesc valoarea noii soluţii.

23.7. Determinarea parametrilor remediabili în cadrul proiectului prototipului experimental (pilotului) reprezintă procedura de bază prin care, în urma selectării din

ansamblul remedierilor necesare, a celor care nu pot fi realizate la nivelul modelului funcţional, se subliniază obiectivele de bază ale proiectului prototipului experimental.

23.8. Decizia de adoptare

Dacă rezultatele aplicării procedurilor 10.3, 10.5 şi 10.6 sînt favorabile, iar procedura 10.7 a reliefat şi unele perspective certe de amplificare a performanţelor în etapele următoare, se formulează decizia de adoptare a noii soluţii, decizie care trebuie susţinută de documentaţia de execuţie a modelului (minipilotului) şi de argumentaţia obţinută prin procedurile 10.6 şi 10.7.

BIBLIOGRAFIE

1. Ciurea Sorin - Nivelul tehnic al produselor. Editura ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1987.

CAPITOLUL 24

PROIECTUL DE EXECUŢIE PROTOTIP EXPERIMENTAL

Reuşita de ansamblu a unei invenţii depinde nu numai de realizarea cu un maxim de nivel profesional a etapelor de informare şi sinteză a informaţiilor, de creaţie propriu-zisă şi de analiză inginerească a soluţiei elaborate, ci şi de nivelul la care se desfăşoară etapele specifice valorificării industriale: proiectul de execuţie, pregătirea tehnologică, realizarea, experimentarea şi omologarea prototipului industrial şi a seriei zero.

Oricît de eficientă ar fi soluţia obţinută prin etapele specifice ale inventicii, oricît de bine ar fi dotată uzina beneficiară sub aspectul utilajelor, tehnologiilor de fabricaţie şi al personalului de execuţie înalt calificat, obţinerea unor produse de calitate superioară, care să valorifice maximal obiectul creaţiei este posibilă numai atunci cînd acesta este însoţit de o documentaţie ireproşabilă sub toate aspectele [1].

Documentaţia tehnică de proiectare, în construcţia de maşini, de exemplu, presupune existenţa următoarelor trei faze de elaborare:

- tema de proiectare;
- studiul tehnico-economic (STE);
- proiectul de execuţie (PE);

Elaborarea temei de proiectare reprezintă o fază preliminară avînd drept scop stabilirea caracteristicilor şi performanţelor cerute obiectului care urmează a fi proiectat. Pe traseul inventicii această fază este epuizată în momentul formulării şi precizării temei de creaţie, pe baza parcurgerii etapei de informare şi sinteză a informaţiilor.

Studiul tehnico-economic are drept scop fundamentarea temei de proiectare şi trebuie să conţină calculele şi consideraţiile privind economicitatea şi eficacitatea obiectului de proiectat. În inventică această fază este epuizată la un nivel ridicat în cadrul etapei de analiză inginerească a noii soluţii, prin evaluarea acesteia cu ajutorul tehnicii "Deciziei impuse" din ingineria valorii.

Proiectul de execuţie reprezintă etapa în care se elaborează documentaţia de execuţie a obiectului creaţiei tehnice.

În conformitate cu standardele în vigoare [2] se disting următoarele patru forme de bază ale documentaţiei tehnice:

- documentaţia de studiu;
- documentaţia de bază;
- documentaţia tehnologică;
- documentaţia auxiliară.

Documentaţia de studiu este formată atît din documentele fazelor de proiectare premergătoare întocmirii documentaţiei de bază, cît şi documentele cuprinzînd datele şi calculele efectuate în cursul elaborării documentaţiei de bază.

Documentaţia de bază este formată din documentele ale căror prevederi trebuie strict respectate la fabricarea obiectului invenţiei.

Documentaţia tehnologică este formată din documentele pregătirii fabricaţiei şi ale căror prevederi se stabilesc sau se modifică funcţie de utilizarea şi aprovizionarea unităţii care fabrică obiectul, precum şi funcţie de procedeul şi procesul tehnologic ales.

Documentaţia auxiliară este formată din documentele cu caracter comercial, de documentare, de exploatare şi de întreţinere, referitoare la obiect.

Denumirea, scopul şi conţinutul concret al celor patru tipuri de documentaţii, inventatorul le poate găsi în îndrumarele speciale de proiectare [1] sau în standardele [2] din domeniul său de creaţie.

Sub aspectul conţinutului, proiectul de execuţie are trei părţi de bază distincte:

- proiectul de execuţie funcţional (ansamblu);
- proiectul de execuţie organologic;
- proiectul de execuţie tehnologic.

24.1. Proiectul de execuţie funcţional se referă la definitivarea schemei cinematice, hidraulice, pneumatice, fluidice, electrice, de automatizare, de acţionare, de comandă etc., calculul parametrilor de intrare, intermediari şi de ieşire, stabilirea structurii cinematice a cutiilor de viteză, a reductoarelor, cutiilor de avansuri, mecanismelor şi dispozitivelor din structură, a dimensiunilor de bază, de gabarit şi de montaj.

Modul concret în care se realizează această sarcină de către inventatori este prezentat în cursurile de specialitate, în care se studiază proiectarea maşinilor unelte, maşinilor hidropneumatice, termice, agricole, de prelucrat solul, pentru construcţii, a sculelor, dispozitivelor, verificatoarelor etc.

Lucrarea de faţă, adresîndu-se specialiştilor creatori, este de la sine înţeles că metodologia generală a proiectării funcţionale specifice este presupusă cunoscută.

În cazul încălcării unui domeniu vecin, inventatorul va fi nevoit să studieze suplimentar un material asupra proiectării specifice acestui nou domeniu.

Se pune, de asemenea, problema dacă este necesar ca inventatorul să proiecteze personal schema funcţională a invenţiei pe care a conceput-o; nu este obligatoriu, dar un inventator specialist, care îşi respectă activitatea, va duce de regulă propria creaţie, cu propriile eforturi, mult mai departe decît pînă la faza elaborării schemei de principiu brevetabilă. Cu cît inventatorul devine mai profesionist în toate etapele şi fazele procesului de proiectare creativă, cu atît şansele sale de reuşită cresc.

Practic, fără excepţie, toţi inventatorii eficienţi pe care îi cunosc, ştiu să facă totul singuri, ştiu nu numai să conceapă, dar şi să proiecteze la un înalt nivel profesional, să execute cu mîinile proprii obiectele concepute, să le experimenteze, să le optimizeze, pînă la implementarea industrială.

În inventică, atunci cînd s-a ajuns la etapa proiectului de execuţie, schema şi soluţia funcţională de ansamblu a obiectului creaţiei sînt deja definitivate, mai ales dacă această

etapă a fost precedată de o riguroasă verificare inginerească corelată cu proiectarea, construcţia şi experimentarea unui model experimental (funcţional).

Întrucît prototipul experimental diferă de cel industrial practic numai prin faptul că primul se realizează cu mijloacele celui care face cercetarea-proiectare, în timp ce cel de al 2-lea trebuie realizat, în exclusivitate, cu mijloacele beneficiarului, cu un înalt grad de integrare a producţiei şi cu un grad superior (adîncit) de optimizare a parametrilor de bază, proiectele corespunzătoare de execuţie nu diferă sub aspectul conţinutului.

Desfăşurarea etapei a 11-a de realizare a proiectului de execuţie a prototipului experimental, prin parcurgerea celor 3 subetape (proiect funcţional, proiect organologic şi proiect tehnologic) presupune utilizarea a 11 proceduri de bază, expuse în cele ce urmează.

Pentru realizarea proiectului funcţional, se parcurg 4 proceduri:

24.1.1. ***Determinarea parametrilor principali ai acţionării şi ai schemei funcţionale.*** În cazul unor procese de proiectare creativă riguros organizată, ca în cazul parcurgerii fluxului general al inventicii, parametrii principali ai acţionării şi ai schemei funcţionale au fost definitivaţi în mare măsură încă în etapele şi procedurile precedente (procedurile 2.3, 3.9, 5.1, 5.2, 5.7, 7.11). Prin această procedură se precizează parametrii principali ai acţionării şi ai schemei funcţionale, parametrii motorului (putere, turaţie etc.) reducţia necesară (raportul de transmitere pînă la utilajul propriu-zis) parametrii de ieşire, parametrii regimului de lucru, consumul de combustibil limită, puterea pe unitatea de greutate etc.

24.1.2. ***Elaborarea schemei cinematice, electrice, hidraulice, electronice, de automatizare şi a parametrilor de bază ai acestora*** reprezintă o procedură de bază numai atunci cînd obiectivul corespunzător n-a fost vizat chiar prin rezolvarea creativă a temei; în caz contrar, schema cinematică, electrică, hidraulică, electronică, de automatizare şi parametrii de bază corespunzători sînt deja materializate din etapele şi procedurile precedente.

24.1.3. ***Elaborarea schemei de control şi comandă şi a parametrilor de bază ai acestora,*** reprezintă de asemenea o procedură de bază, numai în cazurile cînd controlul şi automatizarea n-au figurat printre obiectivele temei de creaţie şi ca atare, trebuie rezolvate în aceasta a 11-a etapă.

24.1.4. ***Proiectarea elementelor de asigurare a fiabilităţii de ansamblu*** este o procedură importantă în cazul unor teme de proiectare a unor sisteme tehnice de mare complexitate, la care fiabilitatea de ansamblu, ca produs al fiabilităţilor din structură, trebuie asigurată prin elemente şi scheme speciale (autoeliminare a unei clase de defecţiuni probabile, redundanţă etc.)

24.2. Proiectul organologic

Această parte, de amănunt, a proiectului de execuţie, presupune proiectarea tuturor pieselor constituente ale maşinii sau utilajului, care să permită realizarea desenelor de execuţie ale organelor nestandardizate, precum şi a documentaţiei tehnologice.

Proiectarea organologică trebuie subordonată principiului de bază al ingineriei valorii - "maxim de funcţional, cu minim de costuri" - iar un organ de maşină raţional proiectat trebuie să îndeplinească următoarele condiţii de bază [3], [4] :

- existenţa unui rol funcţional precis şi satisfacerea maximală a acestuia, funcţie de gradul de importanţă în cadrul ansamblului;
- folosirea unui material corespunzător sub aspectul rezistenţei mecanice, la uzură, la oboseală, al tehnologicităţii, stabilităţii la acţiunea agenţilor chimici sau la temperaturi ridicate, a economocităţii etc.;
- rezistenţa în conformitate cu coeficienţii de siguranţă impuşi;
- rigiditate şi stabilitate la vibraţii;
- durabilitatea ridicată;
- rezistenţă la solicitări termice;
- soluţie constructivă economică, evitîndu-se atît subdimensionarea, cît şi supradimensionarea, calităţile exagerate, costisitoare, de suprafaţă, dar şi calităţile necorespunzătoare, atît precizia exagerată de execuţie, cît şi precizia nesatisfăcătoare etc.;
- tehnologicitatea ridicată - capacitatea de a fi realizat cu mijloace simple şi productive;
- greutate redusă;
- reducerea la minim a pierderilor prin frecare şi prin aceasta, asigurarea unui randament mecanic global maxim al subansamblului;
- satisfacerea normelor de protecţia muncii;
- respectarea standardelor în vigoare;
- integrarea spaţială optimă în ansamblu, în vederea reducerii dimensiunilor globale de gabarit;
- asigurarea în anumite cazuri a interschimbabilităţii;
- uşurinţă la transport;
- evitarea fenomenelor de rezonanţă;
- deservire uşoară;
- asigurarea unor condiţii de montaj de înaltă tehnologicitate;
- asigurarea unui aspect estetic corespunzător;
- fiabilitate ridicată, cunoscîndu-se faptul că fiabilitatea globală este produsul fiabilităţilor organelor componente.

Realizarea proiectului organologic, presupune parcurgerea a 4 proceduri de bază.

24.2.1. ***Proiectarea formelor şi dimensiunilor din punctul de vedere al rezistenţei, rigidităţii şi tehnologicităţii*** reprezintă o procedură de bază pentru dimensionarea organelor nesupuse procesului de sinteză creativă, întrucît la organele la care s-a urmărit

sinteza optimală a formei, (ca metodă de bază de sinteză creativă prezentată în paragraful 10.3), forma optimă este deja obţinută prin etapele şi procedurile precedente.

Dar şi etapa de elaborare şi definitivare a formei ansamblului, subansamblurilor şi a organelor în cadrul proiectului de execuţie reprezintă o activitate cu un pronunţat caracter creativ, presupunînd multiple cunoştinţe şi pricepere din partea inventatorului.

În construcţia de maşini, forma piesei trebuie să asigure funcţionarea corectă a acesteia în contact cu alte piese, cu diferite medii lichide sau gazoase sau în contact cu omul [6], [7].

Prin urmare pentru sinteza corectă a formei vor trebui luaţi în consideraţie următorii factori de bază;

- rolul funcţional al piesei;
- tehnologia de fabricaţie preconizată;
- tehnologia montajului şi controlului;
- protecţia şi ergonomicitatea;
- factorii de ordin estetic.

În acest sens, în concepţia formei unei piese turnate, inventatorul va trebui să ţină seama de următorii factori de bază [6]:

- materialul piesei (fontă cenuşie, maleabilă, nodulară sau aliată, oţel turnat, bronz, alamă, aluminiu, magneziu etc.);
- metoda de turnare (în forme, în cochilie, în forme - coji, sub presiune, prin centrifugare, cu modele fuzibile etc.);
- modul de răcire al piesei; pentru ca piesa să rezulte fără defecte de turnare, se prevăd detalii constructive speciale, de tipul trecerilor line de la o secţiune la alta, folosirea nervurilor etc.;
- construcţia modelului, care trebuie să asigure o corectă secţionare, precum şi o aşezare şi fixare sigură a miezurilor;
- condiţii caracteristice de formă, cum ar fi divizarea pieselor cu formă complexă în componente geometrice simple, utilizarea la maxim a suprafeţelor tehnologice plane şi de revoluţie, pentru ieftinirea modelului, evitarea întrepătrunderilor, evitarea colţurilor ascuţite sau a trecerilor bruşte prin racordări sau înclinări, folosirea unei grosimi corespunzătoare a pereţilor funcţie de fluiditatea aliajului de turnare etc.;
- tehnologicitatea prelucrărilor ulterioare;
- economie de materiale (gradul de scoatere a metalului).

În sinteza formei unei piese forjate sau matriţate, inventatorul va trebui să ţină seama în primul rînd de schema deformaţiilor şi starea de tensiune din diferitele zone ale piesei în timpul deformării, cunoscînd legea generală, în conformitate cu care zona deformată este cu atît mai plastică cu cît starea de tensiune se apropie de compresia hidrostatică.

Forma otimă concretă va depinde de procesul de forjare sau matriţare preconizat. Această formă va prezenta anumite caracteristici în cazul forjării libere (prin refulare, întindere, de precizie etc.) şi alte caracteristici în cazul matriţării (pe ciocane, prese, maşini de frezat orizontale, prin rulare, laminare, electrorefulare sau matriţare cu viteze şi energii mari) sau în cazul cînd se prevede extruderea (la cald sau la rece) ştanţarea, ambutisarea, fasonarea sau îndoirea.

În sinteza formei unor piese sudate inventatorul va trebui să ţină seama de faptul că la răcire, materialul din zona cusăturii şi din zonele vecine se contractă, deformîndu-se şi piesa în ansamblu.

Va trebui să se ţină seama şi de procedeul de sudare preconizat (cu gaz, electric, cap la cap, prin frecare, prin puncte etc.) de material, de modificarea structurii acestuia în zona sudurii etc.

Aspectele cantitative şi calitative de amănunt sînt prezentate în manualele de specialitate corespunzătoare [6], [7] la care inventatorul va trebui să apeleze. În acest sens, de exemplu, valorile minime ale grosimii pereţilor funcţie de cele mai mari dimensiuni ale piesei şi de procedeul de turnare se pot extrage din diagramele sintetice de tipul celei din figura 24.1, razele optime de racordare funcţie de grosimea pereţilor turnaţi, din *diagrame de tipul* celei din figura 24.2, iar înălţimea maximă a vaselor dreptunghiulare ambutisate dintr-o singură operaţie, din diagrame de tipul celei din figura 24.3 [6] etc.

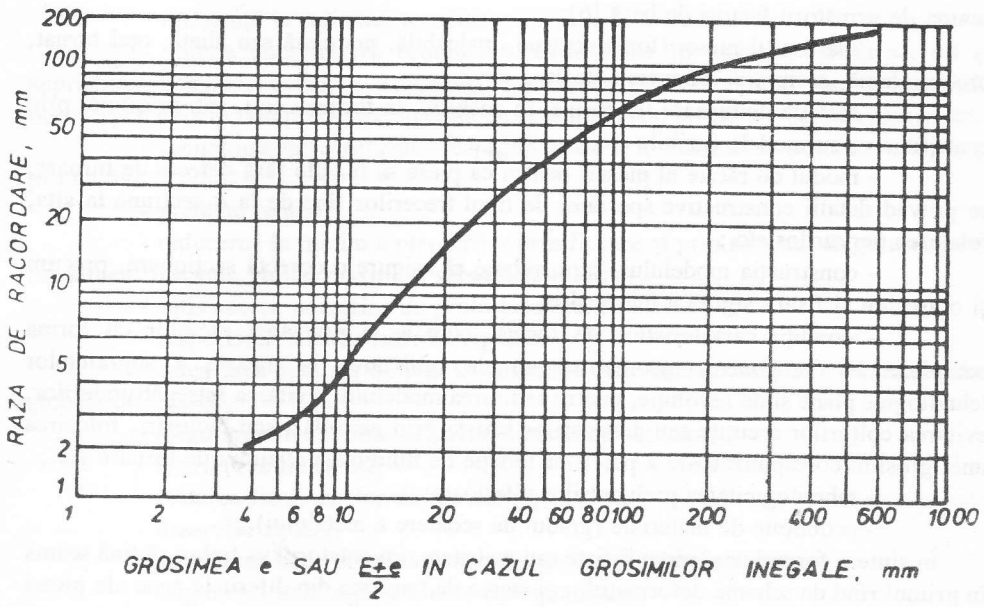


Figura 24.2

Forma optimă a pieselor şi ansamblelor presupune şi satisfacerea cerinţelor de prevenire a accidentelor datorită aşchiilor sau prafului abraziv, a neechilibrării pieselor în mişcare de rotaţie, a desprinderii pieselor în timpul mişcării de rotaţie, datorită transportului necorespunzător, neatenţiei manipulatorului etc., precum şi a cerinţelor de

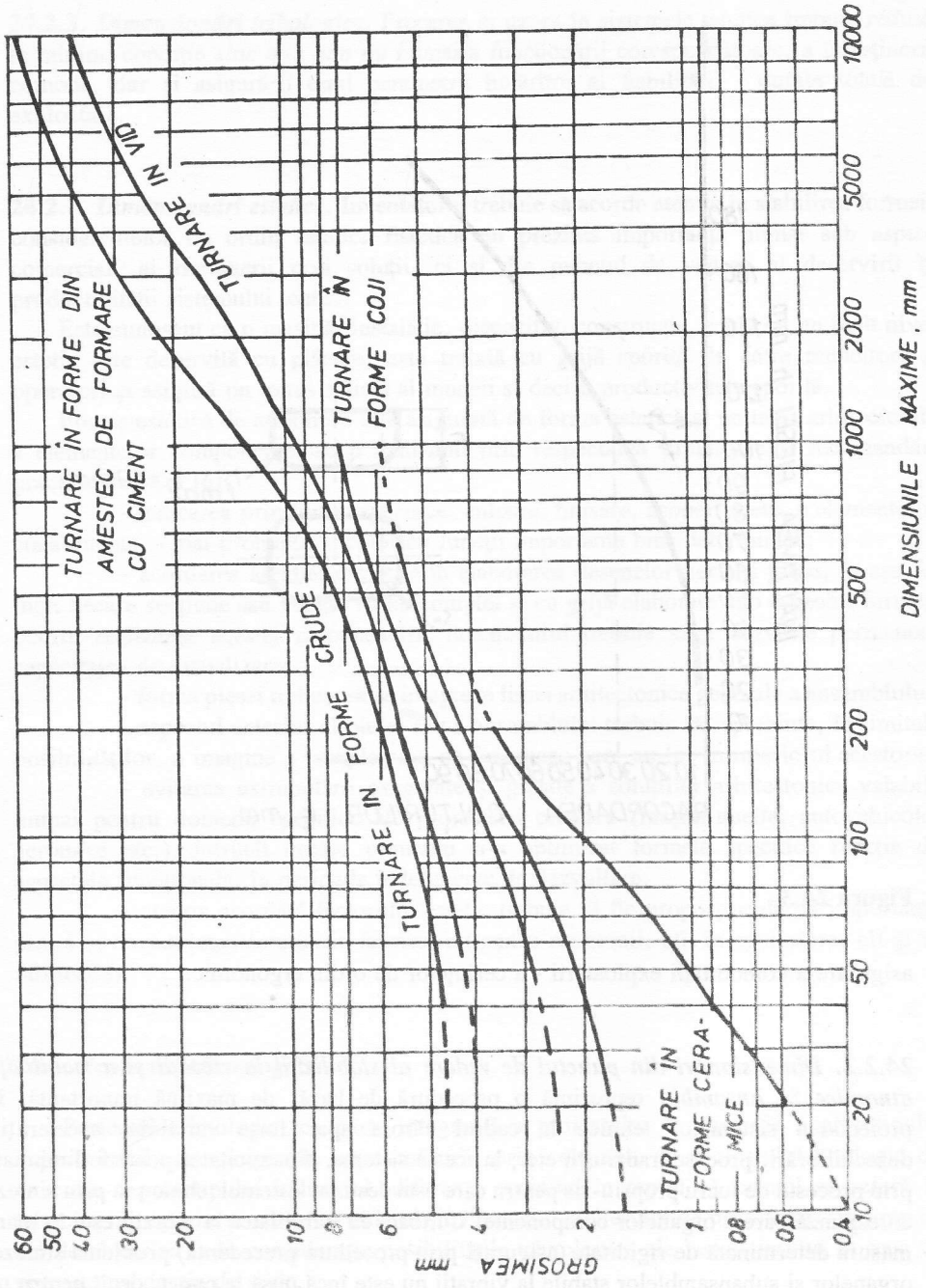

TURNARE ÎN VID
TURNARE ÎN FORME DIN AMESTEC DE FORMARE CU CIMENT
TURNARE ÎN FORME CRUDE
TURNARE ÎN FORME COJI
TURNARE ÎN FORME CERAMICE
GROSIMEA mm
DIMENSIUNILE MAXIME, mm
60
50
40
30
20
10
8
6
4
2
1
0.8
0.6
0.4
10
20
50
100
200
500
1000
2000
5000
10000

Figura 24.1

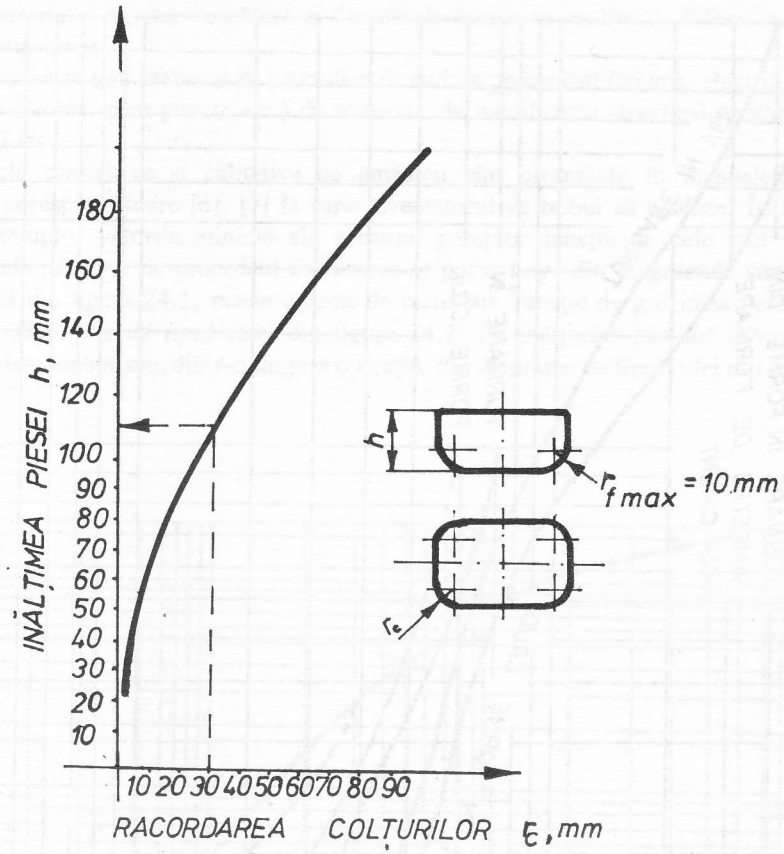


Figura 24.3

asigurare a comodităţii exploatării - a cerinţelor de ordin ergonomic.

24.2.2. ***Dimensionări din punctul de vedere al stabilităţii la vibraţii şi a stabilităţii dinamice în ansamblu*** reprezintă o procedură de bază, de maximă importanţă, în proiectarea sistemelor tehnice în cadrul cărora apar forţe variabile, acceleraţii, dezechilibrări, procese tranzitorii etc.; la aceste sisteme, dinamicitatea poate fi diminuată prin procesul de lucru propriu-zis pentru care este destinat sistemul tehnic sau prin sinteza corespunzătoare a organelor componente. Cu toate că stabilitatea la vibraţii este în mare măsură determinată de rigiditate (asigurată prin procedura precedentă) problema sintezei organelor şi subansamblelor stabile la vibraţii nu este încă pusă la punct, decît pentru un număr relativ mic de organe şi sisteme tehnice.

24.2.3. ***Dimensionări tribologice.*** Frecarea şi uzura în sistemele tehnice trebuie redusă la minim, condiţie *sine qua non* nu numai a funcţionării corespunzătoare, a întreţinerii comode, dar şi asigurării unui parametru hotărîtor al fiabilităţii - durata totală de exploatare.

24.2.4. ***Dimensionări estetice.*** Inventatorul trebuie să acorde atenţie în stabilirea formei, considerentelor de ordin estetic. Estetica nu prezintă importanţă numai sub aspect comercial, al impunerii noii soluţii, ci şi din punctul de vedere al deservirii şi productivităţii sistemului tehnic.

Este cunoscut că o maşină, instalaţie, dispozitiv, construcţie, sculă cu un înalt nivel estetic este deservită cu plăcere, este tratată cu grijă sporită de către muncitori şi operatori şi asigură un tonus ridicat al muncii şi deci o productivitate sporită.

Forma estetică de ansamblu este asigurată de forma estetică şi unitatea arhitecturală a elementelor componente, scop realizabil prin respectarea următoarelor recomandări practice de bază [6]:

- marcarea prin forme specifice, culoare, finisare, acoperire etc. a elementelor constituente, - mai pronunţat a celor cu funcţii importante bine determinate;
- acordarea atenţiei cuvenite în elaborarea desenelor fiecărei piese, în aşa fel încît fiecare secţiune sau vedere să fie complet şi cu grijă elaborate sub aspectul formei; penrtu realizarea acestei recomandări, inventatorul trebuie să-şi dezvolte permanent capacitatea de vizualizare;
- forma piesei trebuie să se integreze liniei arhitectonice generale a ansamblului
- aspectul exterior al piesei sau a ansamblului trebuie să reprezinte, în limitele posibilităţilor, o imagine a complexului de fenomene care au loc în interiorul acestora;
- evitarea extrapolării exagerate şi greşite a soluţiilor arhitectonice valabile numai pentru domenii specifice ale proiectării creative (maşini-unelte, autovehicole, aeronave etc.), întrucît fiecare domeniu şi-a optimizat formele specifice funcţie de aspectele funcţionale, în perioade îndelungate de dezvoltare;
- atenţia acordată factorului estetic trebuie să fie proporţională cu importanţa piesei şi cu mărimea lotului de fabricaţie (pentru economii, atît în proiectare, cît şi în fabricaţie).

24.3. Proiectul tehnologic.

Proiectul tehnologic, ca parte integrantă a proiectului de execuţie a prototipului experimental, se apropie în mare măsură. prin conţinut, de proiectul tehnologic de execuţie a prototipului industrial, diferenţa constînd în faptul că primul se referă la tehnologiile optime posibile cu utilajul şi personalul atelierului de prototipuri, în timp ce cel de al doilea ia în consideraţie posibilităţile tehnologice ale beneficiarului în ceea ce priveşte producţia de serie.

Această parte a proiectului de execuţie a prototipului experimental (pilotului) conţine 3 proceduri de bază (fig. 13.2):

- analiza formelor suprafeţelor şi volumelor sub aspect tehnologic (luînd în consideraţie şi rezultatele procedurii 11.5);
- stabilirea traseelor tehnologice pentru piesele obiectului creat;
- elaborarea planelor de operaţii.

Cu toate că ultima procedură nu este în toate cazurile strict necesară, se poate recomanda practicarea acesteia încă din această etapă, pentru a permite în etapa următoare verificarea ştiinţifică a tehnologiei generale, în vederea optimizării şi definitivării acesteia în etapele 14 şi 15 (de realizare a proiectului de execuţie a prototipului industrial şi de pregătire a fabricaţiei).

BIBLIOGRAFIE

1. Bucşa Ioan şi Cristofor Nicolae - Îndrumarul tehnicianului proiectant de maşini şi utilaje. Ed.tehnică, Bucureşti, 1966.
2. * * * - STAS 6269-60. Documentaţia tehnică în construcţia de maşini.
3. Săveanu Lucius, Lipschutz S. şi Buzdugan Gh. - Organe de maşini - îndrumător pentru proiectanţi I. Probleme de bază în legătură cu proiectarea şi construcţia organelor de maşini. Ed. tehnică Bucureşti, 1957.
4. Gafiţeanu Mihai şi colab. - Organe de maşini, vol.I, Ed.tehnică, Bucureşti, 1981.
5. Hill Percy - The Science of Engineering Design. Holt, Rinehart and Winston Inc. New-York, 1970.
6. Enache St. Pridvornic M., Dragu V. - Proiectarea formei pieselor în construcţia de maşini, Ed. tehnică, Bucureşti, 1979.
7. Rognitz H. - Proiectarea formei. Bucureşti. Ed. tehnică, 1958.

CAPITOLUL 25

REALIZAREA, EXPERIMENTAREA, OPTIMIZAREA DE DETALIU ŞI OMOLOGAREA PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI)

Construcţia, experimentarea, optimizarea de detaliu şi omologarea prototipului experimental presupune, în cadrul celor două etape distincte din cadrul fluxului general al inventicii (fig.13.2) - a 12-a şi a 13-a, folosirea unui număr de 9 proceduri de bază.

În etapa a 12-a, de realizare a prototipului experimental (pilotului) trebuie parcurse 5 proceduri de bază:

1 - uzinarea pieselor componente;
2 - controlul de calitate organologic;
3 - asamblarea, montajul;
4 - verificarea la mersul în gol;
5 - punerea la punct a proiectului invenţiei în condiţiile mersului în gol.

Dacă, în cadrul primelor 3 proceduri, prezenţa inventatorului este necesară în special pentru a supraveghea disciplina tehnologică în realizarea prototipului şi calitatea execuţiei, în ultimile două, la verificarea la mersul în gol şi în special la punerea la punct a obiectului invenţiei în condiţiile mersului în gol, prezenţa sa activă este imperios necesară.

După punerea la punct în condiţiile mersului în gol, procedură care trebuie tratată cu multă atenţie, răbdare şi consecvenţă, se trece la cea de a 13-a etapă, consacrată experimentului, optimizării de detaliu şi omologării prototipului experimental, etapă care presupune utilizarea următoarelor 4 proceduri de bază:

1 - verificarea în sarcină şi confruntarea parametrilor măsuraţi cu cei ai obiectului ideal (listele 5.2, 5.6, 5.7 şi 5.8);

2 - optimizarea experimentală - de detaliu, a organelor de lucru; optimizare geometrică;

3 - stabilirea cifrei valorice a obiectului realizat şi a nivelului preliminar al performanţelor (a nivelului de calitate);

4 - omologarea prototipului experimental, cu specificarea remedierilor pentru etapa de prototip industrial.

25.1. Optimizarea experimentală - de detaliu

Pînă în etapa elaborării proiectului de execuţie, pe traseul proiectării creative, inventatorul s-a întîlnit deja cu probleme de optimizare; însăşi conceperea schemei de bază constructiv-funcţionale reprezintă în mare măsură o rezolvare calitativă a unei probleme de optimizare. Unele din tehnicile logice de creaţie reprezintă în acelaşi timp tehnici de optimizare. Este suficient de amintit tehnica de căutare morfologică ponderată-selectivă prin divizarea pe submorfologii, în care soluţia optimă se obţine prin programarea dinamică şi algoritmul Bellman, prezentate în capitolul 10.

Prin urmare, în prezentul capitol se prezintă optimizarea nu a ansamblului, această operaţie fiind epuizată direct în procesul de creaţie, ci a subansamblelor şi organelor componente, etapă de maximă importanţă pentru punerea în valoare a noii soluţii.

Multe din invenţii se pierd nejustificat tocmai datorită faptului că nu se insistă suficient pentru punerea la punct a acestora, etapă în care optimizarea joacă rolul de bază.

Uneori calea optimizării este deosebit de laborioasă, în special în cazurile cînd în realizarea funcţiei scop participă un număr mare de parametri, cu legături complexe, sau cînd intervin elemente biologice foarte greu sau chiar imposibil de modelat matematic.

În aceste cazuri, se preferă optimizarea experimentală a ansamblului de parametri pe rînd şi treptat, imprimînd în sens determinat modificări fiecărui parametru, pînă la obţinerea extremului funcţiei scop - a criteriului de optimizare.

În acest sens, pentru optimizarea parametrilor de bază ai unui nou mecanism de acţionare a bicicletelor, nu este suficient să se stabilească funcţia scop şi parametrii care o determină numai pentru mecanism (uşor de modelat matematic), ci şi pentru ansamblul ciclist-bicicletă (practic imposibil de modelat cît de cît fidel). În acest din urmă caz este necesar să se adopte calea experimentală de optimizare pe stand sau la şosea.

Funcţia scop-criteriu de optimizare la optimizarea pe stand este dată, de exemplu, de raportul dintre lucrul mecanic dezvoltat şi cantitatea de oxigen consumată, condiţiile de optimizare fiind mai stabile, în timp ce la încercările de şosea, funcţia scop poate fi reprezentată de media orară, condiţiile de experimentare fiind însă mult mai puţin stabile (temperatură, vînt etc.).

Pentru optimizarea parametrilor de bază ai mecanismului levier-oscilant culisă dublu invers profilat, pe care l-am inventat în 1970 [1], [2] a trebuit ca timp de 10 ani să parcurg peste 50.000 km, mereu pe acelaşi traseu, pentru asigurarea unui grad ridicat de obiectivitate a rezultatelor medii obţinute statistic.

Optimizarea în acest scop reprezintă rezultatul unui şir continuu de îmbunătăţiri obţinute pe cale experimentală. Aici optimizarea nu se referă la soluţia de principiu, optimizată direct în procesul creaţiei, ci la ansamblul parametrilor care asigură succesul noii idei.

Optimizarea de fond, directă din procesul creaţiei, trebuie adîncită prin optimizarea de amănunt. Optimizarea funcţională trebuie întregită prin optimizarea organologică.

25.2 Stabilirea cifrei valorice a obiectului realizat şi a nivelului preliminar al performanţelor (de calitate)

La nivelul celei de a 3-a proceduri a etapei a 13-a, se poate stabili precis nivelul performanţelor noului produs, prin stabilirea cifrei valorice N_v, prin metoda deciziei impuse, cifră valorică evident superioară, cifrelor valorice ale soluţiilor de vîrf cunoscute.

Dar pentru argumentarea ştiinţifică a implementării industriale, este necesară şi stabilirea nivelului tehnic după un procedeu mai riguros [4], [5], procedeu prezentat pe scurt în cele ce urmează.

25.2.1. ***Principiile şi cerinţele metodologice ale stabilirii nivelului tehnic al noului produs***, trebuie să conducă la exprimarea cantitativă, printr-un indicator obiectiv determinabil a gradului în care un produs este de calitate superioară sau inferioară. În acest scop trebuie satisfăcute următoarele cerinţe metodologice:

- nivelul tehnic al unui produs reprezintă un indicator sintetic care se determină pe baza valorilor caracteristicilor raportate la caracteristicile altor produse similare, de preferinţă de vîrf, din rîndul cărora se selectează produsul de vîrf etalon, faţă de care produsul inventat ajuns în aceasta fază, trebuie *să aibă toate caracteristicile superioare, sau cel puţin egale*;
- nivelul tehnic reprezintă un indicator în continuă modificare, un indicator dinamic;
- nivelul tehnic trebuie îmbunătăţit continuu, în toate etapele de implementare industrială.

25.2.2. ***Calculul nivelului tehnic.***

Nivelul tehnic absolut N_{taj} al unui produs j, este cuantificabil funcţie de caracteristicile sale K_{ij},

$$N_{taj} = f(K_{ij}) \tag{25.1}$$

în care caracteristicile au valorile determinate pe baza parametrilor stabiliţi ai produsului pînă în această etapă şi procedură a inventicii.

Folosind principiul utilităţii Neuman-Morgenstern şi funcţiile Coob-Douglas s-a ajuns la definirea nivelului tehnic [4], [5] prin intermediul relaţiei:

$$N_{taj} = a \prod_{\substack{i \in S_1 \\ l \in P}} \left(\frac{K_{ij}}{K_{il}}\right)^{\gamma_{ij}} \cdot \prod_{\substack{i \in S_2 \\ l \in P}} \left(\frac{K_{il}}{K_{ij}}\right)^{\gamma_{ij}} \tag{25.2}$$

În care,

P este mulţimea de produse căreia îi aparţine produsul j;

K_i - caracteristicile adoptate pentru apreciere;

$i \in [1,m]$:

a - constantă care defineşte nivelul tehnic al produsului;

(de regulă = 100);

$l \in P$

K_{ij} - caracteristica i a produsului j;

K_{il} - caracteristica i a unui produs oarecare l, adoptat ca produs de referinţă;

S - mulţimea caracteristicilor pentru produsele $j \in P$

S_1 - mulţimea caracteristicilor ccare trebuie să fie mai mari pentru a îmbunătăţi produsul;

S_2 - submulţimea caracteristicilor care trebuie sa fie mai mici pentru a îmbunătăţi produsul.

$$S_1 \cup S_2 = S$$

γ_{ij} - coeficientul de importanţă al caracteristicii i asupra nivelului tehnic al produsului j.

Atunci cînd drept criteriu economic esenţial se alege valoarea C a cheltuielilor totale de exploatare,

$$\gamma_{ij} = \frac{\textit{efectul reducerii cheltuielilor de exploatare ale produsului prin îmbunătăţirea cu 1\% a caracteristicii } i}{\textit{efectul reducerii cheltuielilor de exploatare ale produsului } j \textit{ prin îmbunătăţirea cu 1\% a tuturor caracteristicilor produsului } j}$$

Metodologia de calcul a nivelului tehnic prezentată mai sus este mai riguros cuantificată, dar nu este atotcuprinzătoare, întrucît foloseşte drept criteriu în stabilirea coeficienţilor de importanţă, în exclusivitate factorul economic.

25.3. Omologarea prototipului experimental, cu specificarea remedierilor pentru etapa prototip-industrial

În cadrul acestei proceduri, prototipul experimental fiind pus la punct, cu unele optimizări locale - de amănunt, a ajuns la nivelul prototipului industrial, fiind diferenţiat faţă de acesta din urmă, în esenţă, numai prin faptul că este executat cu mijloacele experimentatorului, în timp ce prototipul industrial este executat în exclusivitate, cu mijloacele de producţie în serie ale beneficiarului.

Ca atare în această procedură pot fi pregătite şi toate actele necesare omologării de prototip.

BIBLIOGRAFIE

1. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini*. Inventica, Ed. Junimea Iaşi, 1986.
2. Belous V. - *Mecanism de acţionare fără motor*. Brevet Rom. 67747.
3. Belous V., Budei R. - *Creşterea performanţelor bicicletelor*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1987.
4. Ciurea Sorin - *Nivelul tehnic al produselor*. Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1987.
5. Stănciulu Ion - *Eficienţa economică a asimilării de utilaje noi*. Ed. tehnică, Bucureşti, 1974.

CAPITOLUL 26

ETAPELE DE IMPLEMENTARE INDUSTRIALĂ, PROIECTAREA, REALIZAREA ŞI OMOLOGAREA PROTOTIPULUI INDUSTRIAL ŞI A SERIEI ZERO

Implementarea industrială propriu-zisă, aşa cum rezultă din fluxul general al inventicii, (fig.13.2), comportă parcurgerea a 3 etape de bază:

14 - proiect de execuţie, prototip industrial;

15 - pregătirea de fabricaţie;

16 - realizarea prototipului industrial, încercare-omologare preliminară de produs;

17 - realizarea seriei zero şi omologarea finală a produsului

18 - producţia de serie.

Proiectul de execuţie a prototipului industrial nu diferă de cel al prototipului experimental decît prin partea de proiect tehnologic, care trebuie adaptată la condiţiile producţiei de serie, la utilajele şi la personalul executant al beneficiarului. Concomitent cu aceasta se trece la pregătirea fabricaţiei (scule, dispozitive, verificatoare, speciale, tipizate, sau standardizate etc.)

De asemenea, acest proiect de execuţie definitivat trebuie să fie însoţit de o serie de documente care sînt necesare procesului de omologare, care trebuie să se desfăşoare, de exmplu, în domeniul construcţiilor de maşini după metodologia expusă în ordinul 130/1971 al Ministerului Construcţiei de Maşini [1] şi HCM 900/970 [2], normative care în linii mari se aplică şi în alte domenii ale creaţiei tehnice.

26.1. Omologarea noilor produse

Scopul omologării unui produs nou (care se execută pentru prima dată sau care se execută pentru alţi parametri de bază) este de a verifica dacă acesta corespunde documentelor care au stat la baza asimilării: studiul tehnico-economic sau tema dezvoltată, caietul de sarcini sau norma internă provizorie pusă de acord cu factorii interesaţi, standarde, proiectul tehnic, documentaţia de execuţie şi avizele aferente şi dacă este asigurată reproductivitatea pe produsele din fabricaţie de serie, a condiţiilor prevăzute în documentele enumerate, precum şi atestarea tehnologiei de fabricaţie în cadrul indicatorilor tehnico-economici stabiliţi.

Organul care examinează documentele menţionate mai sus, buletinul de încercări şi rezultatele comportării în probele de omologare şi care face propuneri privind omologarea produsului este comisia de omologare.

Din comisia de omologare fac parte obligatoriu reprezentanţii principalilor beneficiari, reprezentanţii unităţii executante (coordonatorul compartimentului de concepţie, coordonatorul producţiei, tehnologul şef, metalurgul şef, constructorul şef şi şeful serviciului CTC), reprezentantul unităţii cu statut de centrală şi reprezentantul institutului de cercetare şi proiectare de specialitate. Pentru omologarea utilajelor cu regim special, care necesită un aviz de fabricaţie a unor organe tehnice de stat constituite în acest scop (aparate de măsură şi control, recipienţi sub presiune, utilaje de ridicat şi transportat, echipament antideflagrant), în componenţa comisiei vor fi incluşi în mod obligator delegaţi ai acestor organe.

Pentru omologarea utilajelor în a căror componenţă intră echipamente electrice complexe, în comisiile de omologare vor fi incluşi specialişti din departamentul industriei electrotehnice şi electronice.

Omologarea produselor destinate să funcţioneze în climate speciale se va face numai cu avizul organului coordonator de specialitate (ICPE).

La omologarea produselor vor fi invitaţi şi delegaţii Inspectoratului general de stat pentru controlul calităţii produselor în vederea avizării , omologării conform prevederilor Decretului 77/1971.

În scopul verificării produsului nou şi al cunoaşterii performanţelor acestuia, precum şi pentru scurtarea ciclului de asimilare, omologarea se poate executa în două etape:

- *Omologarea preliminară* (de prototip) prin care se verifică nivelul de performanţe al produsului care urmează a fi asimilat, se execută pe baza verificărilor parametrilor de bază ai prototipului în conformitate cu parametrii prescrişi în documentaţia avizată. Prin aprobarea omologării preliminare se permite uzinei constructoare să treacă la pregătirea de fabricaţie şi execuţia seriei zero,

- *Omologarea finală* (de serie zero) prin care se verifică măsura în care pregătirea de fabricaţie asigură menţinerea nivelului de performanţă al produsului şi economicitatea fabricaţiei, precum şi comportarea în probe de anduranţă sau fiabilitate. Pe baza rezultatelor obţinute la omologarea finală se definitivează documentaţia pentru fabricaţia de serie şi eventualele îmbunătăţiri necesare să se aplice odată cu producţia de serie. Probele de anduranţă efectuate pe prototip sau seria zero trebuie să se încheie - de regulă - pînă la omologarea finală, pentru a permite începerea fabricaţiei de serie cu toate perfecţionările realizate din aceste verificări.

În vederea scurtării ciclurilor de asimilare, în cazurile în care timpul pentru probele de anduranţă depăşeşte termenul de începere a producţiei de serie, comisia de omologare poate prevedea omologarea pe un timp limitat sau pe un număr restrîns de produse. În acest interval, uzina producătoare este obligată să încheie probele de anduranţă şi să prezinte din nou produsul comisiei pentru încheierea actului de omologare finală. În cazul cînd în urma încercării de anduranţă a produselor din această categorie, rezultă necesitatea unor modificări, comisia de omologare va stabili măsurile pe care uzina furnizoare este obligată să le ia pentru a asigura buna funcţionare a produselor livrate înainte de omologarea finală.

Omologarea utilajelor complexe realizate prin cooperare interuzinală trebuie să fie precedată - de regulă - de omologarea produselor şi elementelor componente, cu funcţii independente, primite de la colaboratorii interni. Organizarea şi efectuarea încercărilor de omologare cade în sarcina uzinelor executante şi a institutelor de cercetări şi proiectări de specialitate, autorizate să emită buletine de încercări pe domenii.

Încercările de omologare se vor face:

- pe standurile de probă ale institutului de specialitate autorizat să emită buletine de încercări;
- pe standurile uzinelor producătoare, sub supravegherea şi pe răspunderea institutului de specialitate autorizat să emită buletine de încercări;
- în cazuri excepţionale - pe standurile altor instituţii sau în exploatare, sub supravegherea institutului de specialitate autorizat să emită buletine de încercări.

În vederea realizării acestor verificări la un nivel corespunzător şi cu aparatură spècializată, s-au creat în cadrul institutelor Ministerului Industriei Construcţiilor de Maşini şi a Ministerului Industriei Maşinilor-Unelte şi Electrotehnice compartimente specializate (laboratoare de încercări şi măsurători). Rezultatele obţinute se înscriu într-un buletin de încercări care certifică calitatea produsului.

Dosarul de omologare preliminară trebuie să cuprindă următoarele documente:

- tema de proiectare şi avizul la studiul tehnico-economic sau tema tehnică dezvoltată aprobată;
- avizul la proiectul tehnic;
- certificatele de omologare a produselor cu funcţii independente primite de la colaboratorii interni, ca produs de completare a produsului complex supus omologării;
- procesul verbal de recepţie internă a prototipului;
- buletinul de încercări al produsului elaborat de institutul de specialitate sau în lipsa acestuia, de către laboratorul uzinal;
- desenul de ansamblu şi desenele principalelor subansamble;
- documentaţia privind satisfacerea indicilor tehnico-economici stabiliţi prin STE sau proiectul tehnic;
- fişa sintetică de criterii şi nivele de calitate a produsului pusă la zi (conform ordinului MICM nr. 56/1971);
- documentaţia privind modul în care produsul respectă prescripţiile din normativele în vigoare pe linie de protecţia muncii;
- proiectul de fişă tehnică a produsului, redactată conform ordinului MICM 27/1971;
- caietul de sarcini avizat de beneficiar sau normă internă pusă de acord cu factorii interesaţi.

Pentru *omologarea finală*, coordonatorul compartimentelor de concepţie ale uzinei constructoare prezintă comisiei dosarul de omologare finală care va trebui să cuprindă următoarele documente:

- copia după procesul verbal de omologare preliminară a prototipului sau modelului experimental;
- buletinul de încercare a seriei zero;

- procesul verbal de recepţie a pregătirii de fabricaţie, documentaţia tehnică şi dotare tehnologică care să o ateste pe baza corespondenţei produselor cu documentaţia tehnică;
- situaţia consumurilor specifice şi încadrarea în normele de consum;
- nomenclatorul materialelor şi produselor din import şi efortul valutar necesar;
- norma internă aprobată;
- documentele de omologare ale SDV-urilor şi tehnologiei conform prevederilor etapei respective de integrare;
- memoriu de prezentare a pregătirii tehnologice a fabricaţiei şi justificarea tipului de documentaţie tehnologică adoptată, care va cuprinde aprecierea gradului de dotare cu SDV, aprecierea asupra tehnologiei aplicate, a manoperei specifice, a controlului şi organizării acestuia pentru asigurarea calităţii fabricaţiei, precum şi precizări cu privire la asigurarea condiţiilor de fabricaţie. Acest memoriu va cuprinde, de asemenea, consemnarea modului de rezolvare a recomandărilor făcute la omologarea preliminară;
- notiţa tehnică (instrucţiuni de montaj, întreţinere, exploatare);
- fişa tehnică a produsului, redactată conform ordinului MICM 27/1971.

Documentul care stă la baza verificării nivelului tehnic al produsului în vederea omologării este norma internă sau standardul de produs, iar pentru unicate - caietul de sarcini.

Pentru omologarea preliminară este necesar ca norma internă (caietul de sarcini) să fie pusă de acord cu beneficiarii, iar pentru omologarea finală, norma internă trebuie să fie aprobată.

Elaborarea normei interne de produs se face de către uzina producătoare, pe baza temei de proiectare şi a condiţiilor de exploatare prevăzute, ţinînd seama de nivelul de performanţe al produselor similare realizate pe plan mondial. Condiţiile de verificarea impuse trebuie să aibă un caracter multilateral, iar metodele de verificare prevăzute să permită obţinerea unor rezultate reproductibile, astfel încît să rezulte o caracterizare cît mai completă a nivelului tehnic şi a performanţelor produselor.

În cazul produselor unicat sau de importanţă redusă, destinate unui beneficiar unic, norma internă va putea fi înlocuită printr-un caiet de sarcini trebuind să respecte capitolele obligatorii ale normelor interne.

Buletinul de încercări al produsului, elaborat de institutul de specialitate sau de laboratorul uzinal, va cuprinde în mod obligator rezultatele tuturor probelor înscrise în programul de încercări, precum şi concluzia comparării acestora cu valorile şi toleranţele stabilite prin documentaţii şi condiţii tehnice.

În desfăşurarea întregului program de omologare este necesară prezenţa activă a inventatorului, ca factor interesat în deplina reuşită a implementării industriale a propriei creaţii.

Obiectivul inventatorului nu este numai să elaboreze soluţii tehnice superioare, ci să şi le aducă, printr-o contribuţie proprie substanţială, în faza de largă utilizare industrială.

Pentru aceasta, inventatorul trebuie să fie înarmat nu numai cu cunoştinţele generale de invenţică, de proiectare creativă, de experimentare, optimizare, de metodologia

omologării, ci şi cu cunoştinţe privind strategia şi tactica elaborării şi implementării industriale ale noilor produse şi tehnologii.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * - *Hotărîrea Consiliului de Miniştri 900/970.*
2. * * * - *Ordinul 130 al MICM.*
3. Belous V. - *Creaţia tehnică în construcţia de maşini*. Inventica, Ed. Junimea, Iaşi, 1986.

CAPITOLUL 27

PARTICULARITĂŢILE FLUXULUI GENERAL AL INVENTICII ÎN DOMENII SPECIALE ALE TEHNICII

Fluxul general al inventicii prezentat în capitolul 13 (fig. 13.1,13.2) şi conţinutul etapelor şi procedurilor specifice expuse în capitolele 14 ... 27 a rezultat din studiul demersului creativ şi a implementării industriale a rezultatelor acestuia în domeniul cel mai reprezentativ al tehnicii, domeniul construcţiei de maşini - purtătorul principal al progresului tehnic general.

Complexitatea construcţiilor de maşini, utilaje, instalaţii, cuprinderea în structură a unor procese complexe, mecanice, fizice, chimice, hidraulice, nucleare, complexitatea constructiv-funcţional-tehnologică au imprimat fluxului general al inventicii un caracter deosebit de complex, dar în acelaşi timp şi general-cuprinzător şi de aceea, inventatorul dintr-un anumit domeniu de creaţie îşi va putea găsi fluxul specific al inventicii, precum şi structura pe etape, proceduri şi demersuri ale acestuia, plecînd de la fluxul general din figurile 13.1 şi 13.2.

Luîndu-se însă în consideraţie faptul că şi în aplicarea directă a tehnicilor şi metodelor intuitive şi logice de creaţie, exemplificările din capitolele 10, 11 şi 12, s-au referit de asemenea la domeniul construcţiilor de maşini, este necesară relevarea unor particularităţi ale proceselor inventive net diferenţiate de procesele de creaţie în domeniul construcţiilor de maşini, ca de exemplu, din domeniul industriei chimice.

27.1. Particularităţile creaţiei tehnice în domeniul chimiei industriale

Ingineria chimică a apărut şi s-a dezvoltat destul de greu, învingînd concepţia în conformitate cu care, fabricarea unui nou produs începe şi se termină odată cu sinteza realizată la nivel de balon şi eprubetă; drumul pînă la inginerul chimist contemporan a fost un drum anevoios, început odată cu predarea în 1887 a primului curs de inginerie chimică de către George Davis la Şcoala tehnică din Manchester şi încheindu-se în perioada contemporană, cînd inginerul chimist reprezintă un specialist cu o largă pregătire nu numai în chimie în general, ci şi în termodinamică şi cinetică chimică, fizică, matematică, tehnologie mecanică, mecanica fluidelor şi în special, în domeniul *operaţiilor unitare din industria chimică*, a căror număr se ridică în prezent la peste 80 şi reprezintă cărămizile din care se structurează procesele tehnologice în industria chimică.

Astăzi industria chimică se identifică cu cele două domenii specifice [1] [2]:

- tehnologia chimică;
- construcţia de utilaj chimic.

Dar în industria chimică s-a mutat şi accentul de pe reacţiile pur chimice, la transferul de impuls, transferul de căldură şi transferul de masă, dezvoltîndu-se noi discipline cum sînt: tehnica reacţiilor chimice, ingineria sistemelor, optimizarea proceselor, conducerea proceselor cu calculatorul etc., discipline strîns legate, aşa cum a rezultat din capitolele precedente, de inventică.

Dacă sinteza invenţiilor din domeniul utilajului chimic nu diferă în principiu de sinteza invenţiilor din domeniul general al construcţiilor de maşini şi utilaje, invenţiile de tehnologii chimice complexe se sintetizează după căi specifice şi se valorifică prin trasee mai lungi şi mai anevoioase decît cele din construcţia de maşini.

În ultimii ani, specificul creaţiei tehnice în domeniul industriei chimice, i-au fost consacrate unele lucrări importante, prezentate în special la simpozioanele naţionale de inventică de către T. Tudose, membru al comisiei de inventică a Academiei Rom. [2], I. Balasanian şi T. Olah [3], [4], I. Sandu şi M. Calu [5], [6].

27.1.1. *Traseul inventicii în sinteza tehnologiilor chimice*

În industria chimică procesele tehnologice sînt formate dintr-o succesiune logică de operaţii, bazate pe fenomene fizice şi chimice, a căror analiză a permis conturarea unei scheme de principiu - simplificate [2] reprezentată în figura 27.1, conform căreia ansamblul operaţiilor se grupează în trei părţi distincte:

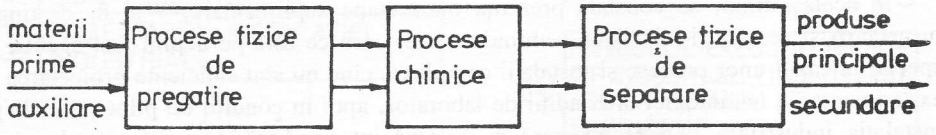


Figura 27.1

- operaţii de pregătire a reacţiilor, materiilor auxiliare, catalizatorilor etc., toate avînd la bază principii fizice, în primul rînd, de transfer de impuls şi căldură;
- operaţii chimice, prin care reactanţii sînt supuşi unor transformări de structură;
- operaţii de separare, bazate pe principii fizice de filtrare, absobţie, extracţie, cristalizare, uscare etc.

Analiza cîtorva sute de mii de tehnologii elaborate pînă în prezent [2] a dus la concluzia că 80% ... 98% din operaţii se bazează pe procese fizice, iar celelalte, într-un

procent redus, de numai 2% ... 20%, pe procese chimice, cu alte cuvinte, că *procesele chimice se materializează în tehnologii chimice industriale complexe, în primul rînd, prin procese fizice.*

De aici rezultă în mare măsură şi lungimea şi complicarea drumului inventicii din domeniul chimiei; într-adevăr, după Em. Bratu [2], [7], tehnologiile chimice complexe parcurg un drum lung şi complicat, caracterizat prin următoarele 13 etape de bază:

1 - invenţia;
2 - documentarea;
3 - cercetarea economică prealabilă;
4 - cercetarea de laborator;
5 - proiectarea instalaţiei pilot;
6 - cercetarea pe instalaţie pilot;
7 - proiectarea instalaţiei semiindustriale;
8 - cercetarea pe instalaţia semiindustrială;
9 - proiectarea instalaţiei industriale;
10 - construcţia şi montarea instalaţiei industriale;
11 - punerea în funcţiune a instalaţiei industriale;
12 - exploatarea instalaţiei industriale;
13 - perfecţionarea instalaţiei industriale.

Comparînd fluxul inventicii din tehnologia chimică cu fluxul general al inventicii (figurile 13.1 şi 13.2) se constată o bună corespondenţă (fig. 27.2) între acestea.

Din fluxul prezentat de Em. Bratu lipsesc primele şase etape, consacrate informaţiei şi sintezei preliminare a informaţiilor, constituirii fondului informaţional special, formulării preliminare a temei de căutare, analizei, precizării şi detalierii acesteia şi căutării noilor soluţii şi principii fizice de funcţionare, acestea fiind cuprinse generic în prima etapă - inventarea.

În acelaşi timp, se constată prezenţa unor etape suplimentare, 7 şi 8, destinate proiectării şi cercetării instalaţiei semiindustriale, ceea ce este pe deplin justificabil, în special în cazul unor procese şi instalaţii complexe, cînd nu sînt suficiente proiectarea şi experimentarea tehnologiei în condiţii de laborator, apoi în condiţii de pilot şi final, pe instalaţia industrială, ci este necesară şi o etapă intermediară de verificare, la nivel semiindustrial.

Autorul fluxului inventicii în tehnologia chimică presupune, de asemenea, pe bună dreptate, că procesul de implementare industrială nu se încheie cu etapa a 12-a - exploatarea, ci continuă, printr-o a 13-a etapă de lungă durată - perfecţionarea; procesul *începe cu creaţia şi se încheie tot cu creaţia*, dar aşa cum remarcă R. Tudose [2], în toate etapele inventicii din chimia industrială, trebuie să fie prezentă creaţia tehnică.

De regulă, invenţia - ca primă etapă - vizează sinteza unui produs la nivel de laborator, dar pentru ca acest produs să devină cu adevărat competitiv, trebuie parcurse cu maximă eficienţă şi creativitate, toate cele 12 etape, care vizează în general realizarea următoarelor obiective principale posibile:

- sinteza unor noi produse chimice şi a tehnologiilor de realizare a acestora;
- operaţiile şi tehnologiile de realizare a produselor, bazate preponderent pe procese fizice;

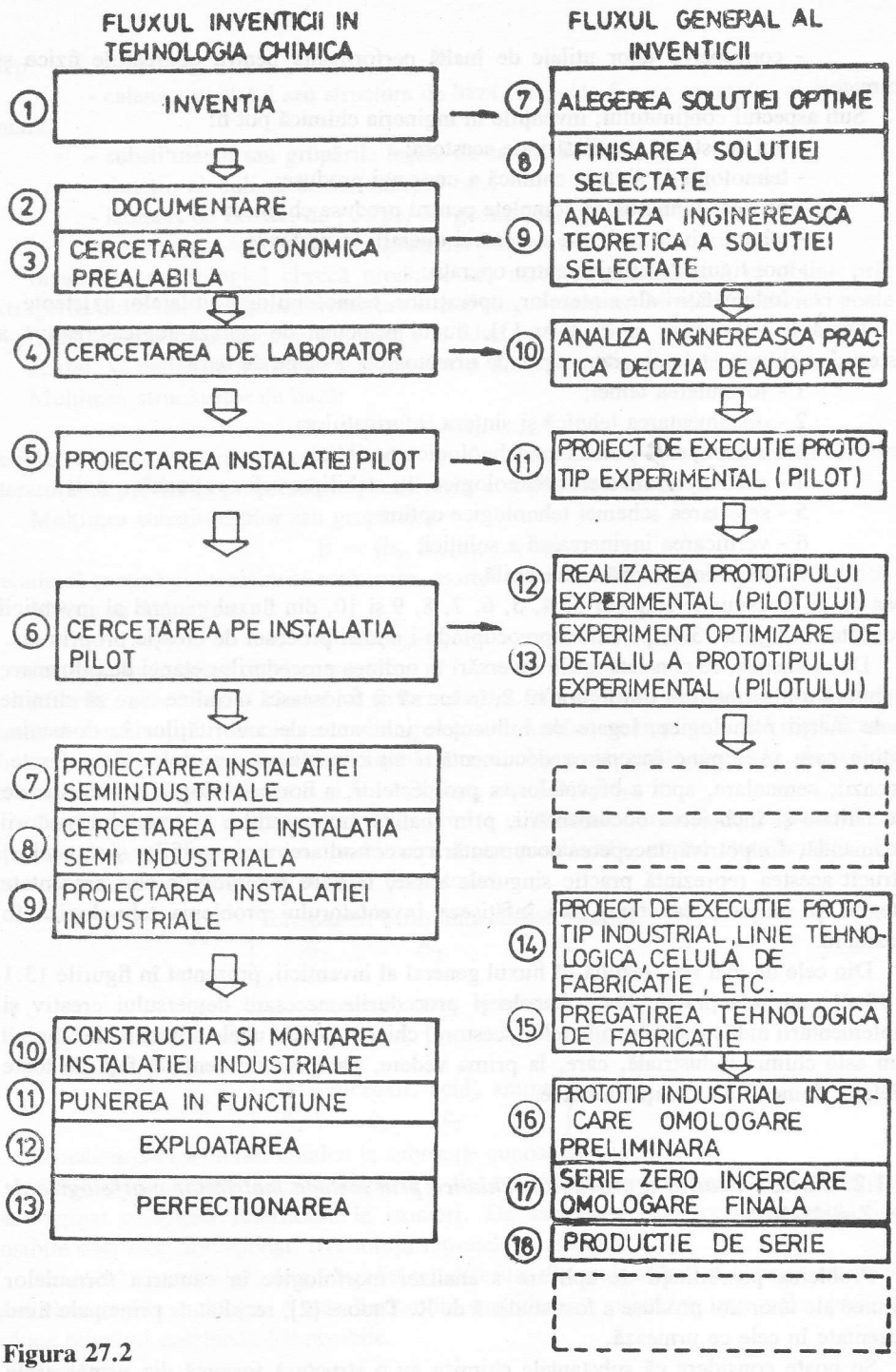

FLUXUL INVENTICII IN TEHNOLOGIA CHIMICA
FLUXUL GENERAL AL INVENTICII
1 INVENTIA
2 DOCUMENTARE
3 CERCETAREA ECONOMICA PREALABILA
4 CERCETAREA DE LABORATOR
5 PROIECTAREA INSTALATIEI PILOT
6 CERCETAREA PE INSTALATIA PILOT
7 PROIECTAREA INSTALATIEI SEMIINDUSTRIALE
8 CERCETAREA PE INSTALATIA SEMI INDUSTRIALA
9 PROIECTAREA INSTALATIEI INDUSTRIALE
10 CONSTRUCTIA SI MONTAREA INSTALATIEI INDUSTRIALE
11 PUNEREA IN FUNCTIUNE
12 EXPLOATAREA
13 PERFECTIONAREA
7 ALEGEREA SOLUTIEI OPTIME
8 FINISAREA SOLUTIEI SELECTATE
9 ANALIZA INGINEREASCA TEORETICA A SOLUTIEI SELECTATE
10 ANALIZA INGINEREASCA PRACTICA DECIZIA DE ADOPTARE
11 PROIECT DE EXECUTIE PROTOTIP EXPERIMENTAL (PILOT)
12 REALIZAREA PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI)
13 EXPERIMENT OPTIMIZARE DE DETALIU A PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI)
14 PROIECT DE EXECUTIE PROTOTIP INDUSTRIAL, LINIE TEHNOLOGICA, CELULA DE FABRICATIE, ETC.
15 PREGATIREA TEHNOLOGICA DE FABRICATIE
16 PROTOTIP INDUSTRIAL INCERCARE OMOLOGARE PRELIMINARA
17 SERIE ZERO INCERCARE OMOLOGARE FINALA
18 PRODUCTIE DE SERIE

Figura 27.2

- conceperea unor utilaje de înaltă performanţă pentru opareaţiile fizice şi chimice.

Sub aspectul conţinutului, invenţiile în ingineria chimică pot fi:

- noi substanţe şi utilizări ale acestora;
- tehnologii de sinteză chimică a unor noi produse;
- procese tehnologice complete pentru produse chimice;
- tehnologii de realizare a fiecărei operaţii în parte;
- noi tipuri de utilaje pentru operaţii;
- îmbunătăţiri ale sintezelor, operaţiilor, tehnologiilor şi utilajelor existente.

După I. Balasanian şi P. Olar [3], fluxul principal de sinteză logică-creativă a sistemelor chimico-tehnologice, cuprinde următoarele 7 etape de bază:

1 - formularea temei;
2 - documentarea tehnică şi sinteza informaţiilor;
3 - evidenţierea schemelor tehnologice posibile;
4 - evaluarea schemelor tehnologice, cu stabilirea celor raţionale - noi;
5 - selectarea schemei tehnologice optime;
6 - verificarea inginerească a soluţiei;
7 - tehnologie nouă brevetabilă,

ceea ce ar corespunde etapelor 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 şi 10, din fluxul general al inventicii prezentat în figura 13.1, pe autori preocupîndu-i numai procesul de creaţie propriu-zis.

De asemenea, se constată unele inversări în ordinea procedurilor etapei de informare şi sinteză a informaţiilor din figura 13.2, în loc să se folosească o ordine care să elimine unele inerţii psihologice, legate de influenţele inhibante ale autorităţilor în domeniu, ordine care presupune începerea documentării cu consultarea revistelor de referate, recenzii, semnalare, apoi a brevetelor, a prospectelor, a normativelor, a articolelor de specialitate şi încheierea documentării, prin analiza monografiilor şi tratatelor, autorii recomandă, dimpotrivă, începerea documentării cu consultarea monografiilor şi tratatelor, întrucît acestea reprezintă practic singurele surse, în care tehnologiile sînt prezentate integral şi reuşesc, ca atare, să-i înfăţişeze inventatorului problema tehnologică în ansamblu.

Din cele de mai sus, rezultă că fluxul general al inventicii, prezentat în figurile 13.1 şi 13.2, cuprinde practic toate etapele şi procedurile necesare demersului creativ şi implementării industriale a rezultatelor acestora, chiar şi pentru unele domenii ale tehnicii cum este chimia industrială, care, la prima vedere, pare net diferenţiată faţă de toate celelalte domenii ale creaţiei tehnice.

27.1.2. *Sinteza creativă a produselor chimice prin metoda matricelor morfologice de idei Zwicki-Moles.*

Problema posibilităţii de aplicare a analizei morfologice în căutarea formulelor chimice ale unor noi produse a fost studiată de R. Tudose [2], rezultatele principale fiind prezentate în cele ce urmează.

Se poate considera că substanţele chimice au o structură formată din următoarele

părţi:

- catena, scheletul sau structura de bază, ce poate fi spre exemplu, ciclică sau liniară;
- substituienţii sau grupările legate de catena de bază;
- funcţii: alcoolice, acide, aminice etc.;
- izomeri de catenă, de poziţie, de geometrie, optici sau conformaţionali;
- substanţele solide care pot prezenta polimorfism.

În analiza morfologică clasică produsul sau matricea morfologică se obţine prin extragerea din fiecare mulţime formatoare a unui singur element. Metoda lui Zwicki poate fi aplicată în sinteza chimică numai dacă i se aduc modificări.

Astfel, se defineşte o morfologie constituită din mai multe mulţimi formatoare.

Mulţimea structurilor de bază:

$$A = \{A_1, A_2, A_3, \ldots, A_m\}$$

trebuie să conţină un număr relativ redus de elemente, alese pe baza informaţiilor din literatură cu privire la proprietăţile şi utilizările compuşilor cunoscuţi.

Mulţimea substituenţilor sau grupărilor

$$B = \{b_0, b_1, b_2, \ldots, b_n\}$$

trebuie să conţină şi un element zero, care, asamblat cu structura de bază, nu o modifică.

Mulţimea funcţiilor:

$$C = \{c_0, c_1, c_2, \ldots, c_r\}$$

de asemenea va conţine un element zero.

Matricea morfologică clasică va fi formată din $m(n+1)(r+1)$ elemente. În realitate numărul combinaţiilor chimice este mult mai mare. Aşadar, se impune o altă modificare. Un element din mulţimea A poate fi asamblat cu unul sau mai multe elemente, de acelaşi fel sau diferite, din mulţimile B şi C: $A_2 2b_5 b_6 c_3$ sau $A_3 b_1 c_2 2c_3$.

Conform datelor din literatură [8], printre substanţele cu acţiune psihotropă se situează derivaţii fenotiazinici, barbiturici (baza piridinică), amino-etanolici etc. Pe această bază se vor scrie trei mulţimi formatoare:

$$A = \left\{ \begin{matrix} \text{fenotiazin}, & \text{pirimidin}, & \text{amino-etanol}, & \ldots \\ A_1 & A_2 & A_3 & \end{matrix} \right\}$$

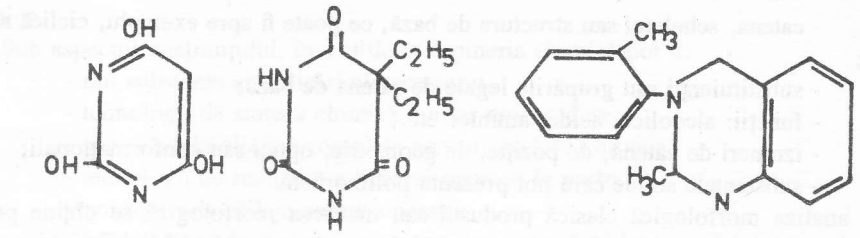
$$B = \left\{ \begin{matrix} - & , & \text{metan}, & \text{etan}, & \text{benzen}, & \text{toluen} \\ b_0 & & b_1 & b_2 & b_3 & b_4 \end{matrix} \right\}$$

$$C = \left\{ \begin{matrix} - & , & \text{hidroxil}, & \text{acid}, & \text{amina} \\ c_0 & & c_1 & c_2 & c_3 \end{matrix} \right\}$$

Următoarele asamblări conduc la substanţe cunoscute (fig. 27.3).

Celor trei asamblări le mai corespund şi alte structuri, izomeri ale acestora, deoarece s-a neglijat mulţimea referitoare la izomeri. De asemenea, din totalul asamblărilor posibile s-au ales, intenţionat, trei soluţii raţionale, cunoscute.

Numărul elementelor, de acelaşi fel sau diferite, din mulţimile B şi C ce se asociază unui element din mulţimea A este limitat din considerente ştiinţifice, raţionale, ceea ce reduce numărul combinaţiilor posibile.



$A_2b_0\,3C$ — acid barbituric

$A_2 2b_2 3c_4$ — veronal, somnifer

$A_2b_1b_3b_4$ sau $A_2 2b_1 2b_3 c_0$ — metacvalon, tranchilizant

Figura 27.3

27.1.3. *Sinteza creativă a schemelor tehnologice chimice prin diagrame de idei*

Problema căutării creative a soluţiilor optime de scheme tehnologice chimice pornind de la diagramele de idei, combinate cu matricele morfologice corespunzătoare, a fost studiată de I. Balasanian şi T. Olar [3], [4], principalele rezultate fiind prezentate în cele ce urmează.

În cazul sintezei de scheme tehnologice, criteriile de clasificare a soluţiilor existente se referă la modul de realizare a fazelor tehnologice, iar ordonarea în diagrama de idei sau altă formă de sinteză a informaţiilor se face pe faze tehnologice.

În condiţiile instalaţiei de acid sulfuric folosind ca materii prime gazele de cocserie cu hidrogen sulfurat şi sulful elementar [4] sinteza informaţiilor sub forma diagramei de idei este redată în figura 27.4.

În această etapă, în care domină gîndirea convergentă-logică nu numai că se realizează o sinteză a informaţiilor, o imagine globală şi de amănunt asupra soluţiilor cunoscute, ci, de multe ori, prin elaborarea diagramelor şi matricelor de idei se conturează soluţiile noi superioare.

Evidenţierea schemelor tehnologice posibile

Plecînd de la informarea şi sinteza informaţiilor, în această etapă, prin aplicarea metodelor de depistare a tuturor combinaţiilor - cercetarea morfologică prin matrice de idei, cercetarea morfologică secvenţial-selectivă, cercetarea morfologică ponderată selectivă prin divizare pe submorfologii, cercetarea morfologică prin enumerare ordonată, cercetarea morfologică prin diagrame de idei sau cercetarea morfologică prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice [10] - se elaborează mulţimea schemelor

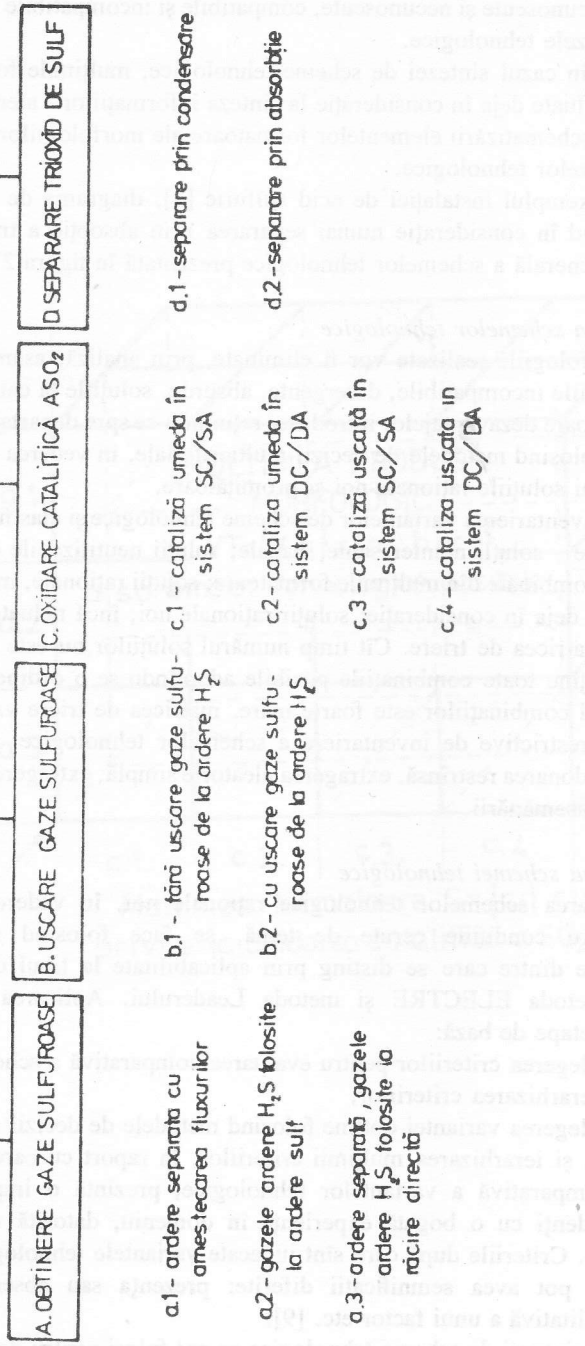


Figura 27.4 - Diagrama de idei a schemelor tehnologice existente pentru instalaţiile de acid sulfuric folosind ca materii prime gaze cu hidrogen sulfurat şi sulf

tehnologice - cunoscute şi necunoscute, compatibile şi incompatibile - folosind ca mulţimi formatoare fazele tehnologice.

Întrucît, în cazul sintezei de scheme tehnologice, mulţimile formatoare sînt fazele tehnologice - luate deja în consideraţie la sinteza informaţiilor - atenţie deosebită rămîne să se acorde schematizării elementelor formatoare ale morfologiilor, adică modurilor de realizare a fazelor tehnologice.

Pentru exemplul instalaţiei de acid sulfuric [4], diagrama de idei din figura 27.4 conduce, luînd în consideraţie numai separarea prin absobţie a trioxidului de sulf, la morfologia generală a schemelor tehnologice prezentată în figura 27.5.

Evaluarea schemelor tehnologice

Din morfologiile realizate vor fi eliminate, prin analiză, asamblările cunoscute în tehnică, soluţiile incompatibile, divergente, absurde, soluţiile la care avantajele obţinute sînt net inferioare dezavantajelor introduse, reţinîndu-se spre departajare cu un grad sporit de precizie folosind metodele de decizii multicriteriale, în vederea stabilirii combinaţiei optime, numai soluţiile raţionale noi şi promiţătoare.

Pentru inventarierea variantelor de scheme tehnologice şi clasificarea acestora în una din categoriile - soluţii neinteresante, banale; soluţii neutilizabile din cauza neafinităţii elementelor combinate din mulţimile formatoare; soluţii raţionale, mai mult sau mai puţin clasice, luate deja în consideraţie; soluţii raţionale noi, încă neluate în consideraţie - se întocmeşte matricea de triere. Cît timp numărul soluţiilor nu este excesiv, matricea de triere va conţine toate combinaţiile posibile adoptîndu-se o ordine simplă şi integrală. Cînd numărul combinaţiilor este foarte mare, matricea de triere va fi întocmită apelînd la procedee restrictive de inventariere a schemelor tehnologice, dintre care cele mai uzuale sînt ordonarea restrînsă, extragerea aleatorie simplă, extragerea aleatorie ponderată şi procedeul asemănării.

Selectarea schemei tehnologice

Departajarea schemelor tehnologice raţionale noi, în vederea stabilirii variantei optime pentru condiţiile cerute de temă, se face folosind metodele de decizii multicriteriale dintre care se disting prin aplicabilitate la tipul de problemă, analiza criterială, metoda ELECTRE şi metoda Leaderului. Aplicarea acestora presupune următoarele etape de bază:

- alegerea criteriilor pentru evaluarea comparativă a schemelor;
- ierarhizarea criteriilor;
- alegerea variantei optime folosind metodele de decizii multicriteriale.

Alegerea şi ierarhizarea mulţimii criteriilor, în raport cu care urmează să se facă evaluarea comparativă a variantelor tehnologice, prezintă o importanţă deosebită şi implică decidenţi cu o bogată experienţă în domeniu, datorită unui anumit grad de subiectivitate. Criteriile după care sînt judecate variantele tehnologice pot fi simple sau complexe şi pot avea semnificaţii diferite: prezenţa sau absenţa unei proprietăţi, aprecierea calitativă a unui factor etc. [9].

În cazul sintezei de scheme tehnologice se pot folosi pentru departajarea variantelor criterii de tipul: investiţia, indicele de recuperare a căldurii degajate în proces,

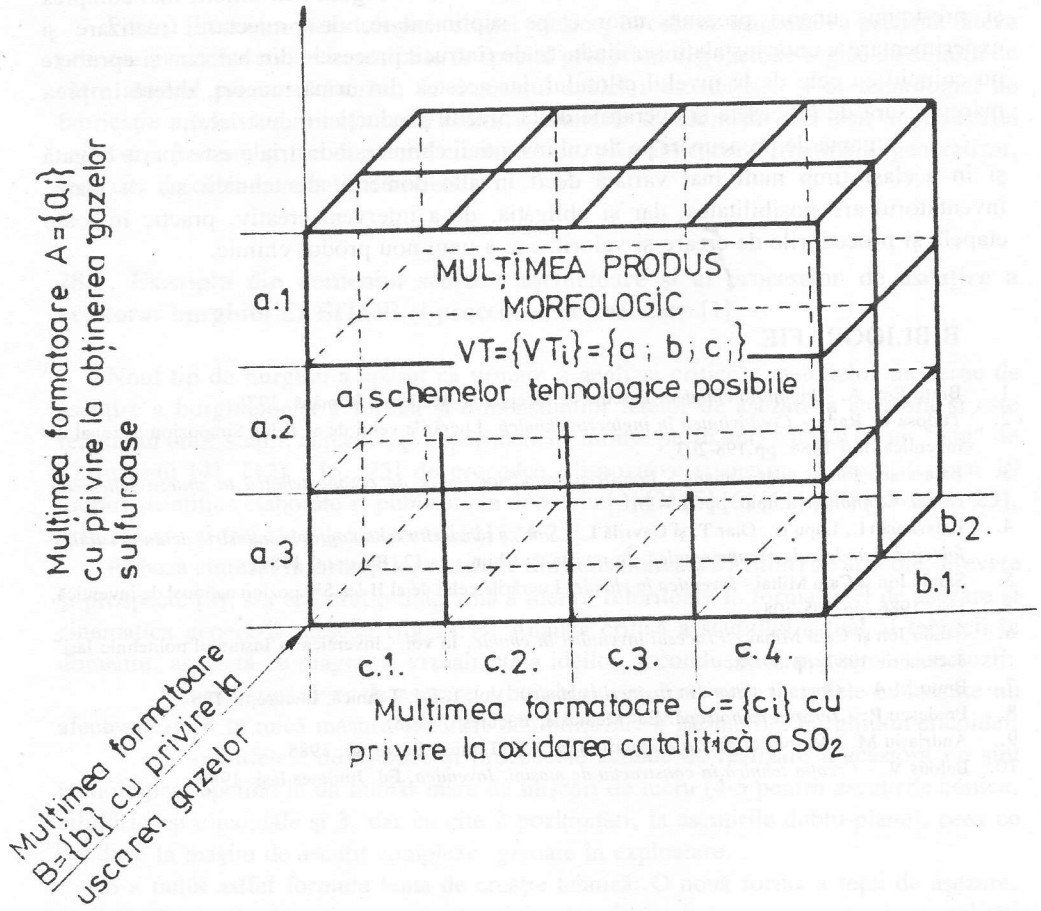

Mulțimea formatoare A={a_i} cu privire la obținerea gazelor sulfuroase
MULȚIMEA PRODUS MORFOLOGIC
VT={VT_i}={a ; b ; c}
a schemelor tehnologice posibile
a.1
a.2
a.3
b.2.
b.1.
c.1.
c.2.
c.3.
c.4.
Mulțimea formatoare C={c_i} cu privire la oxidarea catalitică a SO2
Mulțimea formatoare B={b_i} cu privire la uscarea gazelor

Figura 27.5

posibilitatea aplicării soluţiilor tehnice deja verificate în practică, flexibilitatea şi siguranţa instalaţiei în exploatare.

Selecţia soluţiei optime se realizează prin metoda deciziei impuse, a evaluărilor experte sau, ca în exemplul dat, prin metodele ELECTRE şi a Leaderului.

Din cele expuse mai sus şi din cele două exemple, se pot desprinde următoarele concluzii de bază pentru inventatorul din domeniul ingineriei chimice:

- fluxul inventicii în industria chimică este de regulă mai dificil, mai complex şi presupune uneori prezenţa unor etape suplimentare, de proiectare, realizare şi experimentare a unor instalaţii semiindustriale (întrucît procesele din baloane şi eprubete nu coincid cu cele de la nivelul pilotului, iar acestea din urmă, uneori, diferă în prea mare măsură de procesele şi operaţiile de la nivelul producţiei industriale);
- gama de preocupări pe fluxul inventicii chimice-industriale este foarte bogată şi în acelaşi timp mult mai variată decît în alte domenii ale tehnicii şi, ca atare, inventatorul are posibilitatea, dar şi obligaţia, de a interveni creativ, practic în toate etapele şi procedurile de creare şi valorificare a unui nou produs chimic.

BIBLIOGRAFIE

1. Bratu Em. A. - *Ingineria chimică*. Discurs de recepţie la Academia Română, 1976.
2. Tudose Z. Radu - *Creativitatea în inginerie chimică*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi 1986, pp.198-203.
3. Balasanian Ion şi Olar Tatiana - *Folosirea metodelor logice de creaţie tehnică la sinteza schemelor chimico-tehnologice*. Ibid. pp.165-170.
4. Balasanian I., Lupu L., Olar T. şi Gavrilă L. - *Sinteza schemelor tehnologice în industria acidului sulfuric folosind metodele de creaţie tehnică*. În revista de Chimie nr.12, Bucureşti 1987.
5. Sandu Ion şi Calu Mihai - *Inventica în chimie*. Lucrările celui de al II-lea Simpozion naţional de inventică, Iaşi, 1986, pp.205-208.
6. Sandu Ion şi Calu Mihai - *Procesul inventării în chimie*. În vol. „Inventica în Institutul politehnic Iaşi" decembrie 1987, pp.69-78.
7. Bratu M.A. - *Operaţii unitare în ingineria chimică*. Vol. I, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1984.
8. Predescu P. - *Terapia psihotropă*. Ed. Medicală, Bucureşti, 1968.
9. Andriaşiu M. - *Metode şi decizii multicriteriale*. Ed. Tehnică Bucureşti, 1986.
10. Belous V. - *Creaţia tehnică.în construcţia de maşini. Inventica*, Ed. Junimea Iaşi, 1986.

CAPITOLUL 28

ANALIZE DE CAZURI DE PROCESE INVENTIVE

Pentru ilustrarea metodologiei creaţiei tehnice, în cele ce urmează se prezintă cîteva procese inventive concrete realizate în special prin tehnici şi metode logice de sinteză de către autorul prezentei lucrări, în domeniul sculelor aşchietoare şi al tehnologiei de fabricaţie a acestora, în domeniul chimiei, realizate de chimiştii din Iaşi, al industriei celulozei, precum şi din domeniul electrotehnic, prin aplicarea euriritmului generalizat, realizate de către inventatorii sovietici.

28.1. Exemplu din domeniul sculelor aşchietoare şi al proceselor de ascuţire a acestora: burghiul ELBITOR şi procedeul de realizare [1]

Noul tip de burghiu a apărut ca urmare a analizei critice a metodelor moderne de ascuţire a burghielor şi a formei şi dimensiunilor feţelor de aşezare a acestora şi este rezultatul unor studii, cercetări şi experimentări întinse pe 16 ani, soldate cu un "lanţ" de 12 invenţii [4], [12], [16...23] de procedee, dispozitive şi maşini de ascuţit şi cu 19 lucrări ştiinţifice elaborate şi publicate în domeniu [2] [3] [5] [6] [11] [14] [15 16 ... 23], printre care şi trei teze de doctorat [11] [24 25].

Pe baza sintezei informaţiilor rezultate din consultarea a 37 titluri de articole, brevete şi prospecte [2], s-a elaborat o diagramă a ideilor referitoare la forma feţei de aşezare şi cinematica generării acesteia (fig.21.1). Analiza critică a stadiului actual al tehnicii în domeniu, asociată cu diagrama vizualizată a ideilor, a condus la următoarele concluzii:

- tipul suprafeţei de aşezare a burghiului realizat prin metodele cunoscute nu afectează decît în mică măsură criteriile de optimizare a geometriei burghiului elicoidal;
- suprafeţele de aşezare şi procedeele actuale de realizare a acestora nu sînt tehnologice, apelînd la un număr mare de mişcări de lucru (4-5 pentru ascuţirile conice, cilindrice şi elicoidale şi 3, dar cu cîte 2 poziţionări, la ascuţirile dublu-plane), ceea ce conduce la maşini de ascuţit complexe, greoaie în exploatare.

S-a putut astfel formula tema de creaţie tehnică: O nouă formă a feţei de aşezare, realizabilă tehnologic, printr-un număr minim de mişcări de lucru, care să asigure calităţi aşchietoare comparabile cu cele ale burghielor ascuţite convenţional.

O primă posibilitate de reducere a unei mişcări de lucru, constă din utilizarea suprafeţei cilindrice interioare a unei pietre oală sau a unei suprafeţe conice interioare, dar în ambele cazuri erau necesare, pentru asigurarea curburii feţei de aşezare, pietre de

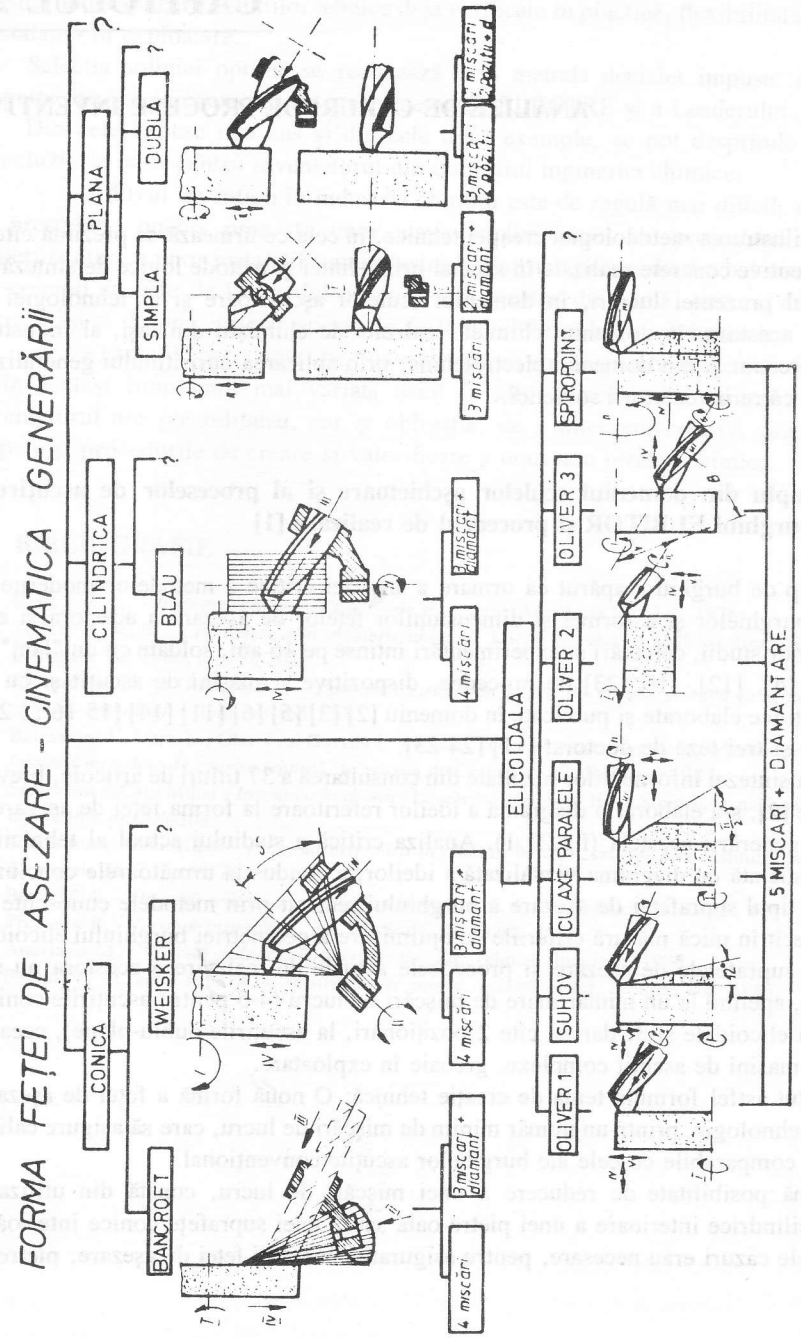

FORMA FEȚEI DE AȘEZARE - CINEMATICA GENERĂRII
PLANA
DUBLA
SIMPLA
CILINDRICA
BLAU
CONICA
WEISKER
BANCROFT
ELICOIDALA
CU AXE PARALELE
SUHOV
OLIVER 1
OLIVER 2
OLIVER 3
SPIROPOINT
3 miscări + diamant
4 miscări
5 MISCARI + DIAMANTARE

Figura 28.1

diametre mici, cu turaţii foarte ridicate, cu productivitate scăzută. Aceste soluţii, experimentate preliminar în 1959, au fost abandonate ca netehnologice.

28.1.1 *Prima perfecţionare tehnologică a feţei de aşezare a burghielor*

Diagrama ideilor din fig.28.1 a scos în evidenţă noi posibilităţi în ceea ce priveşte forma feţei de aşezare, pentru care s-ar putea utiliza în afară de suprafeţe tehnologice cunoscute (conice, cilindrice, elicoidale, dublu-plane) şi alte suprafeţe tehnologice, ca, de exemplu, hiperboloidale, de rotaţie, sferice sau alte variante de suprafeţe conice, cilindrice sau elicoidale decît cele cunoscute.

S-a reţinut, în acest sens, posibilitatea realizării unei forme cilindro-eliptice a feţei de aşezare, ştiut fiind faptul că un cilindru eliptic se poate genera de către o elipsă, care se mişcă rectiliniu, după o direcţie perpendiculară pe plan propriu sau de către un cerc, care se mişcă după o direcţie înclinată în raport cu normala la planul propriu. Cercul poate fi materializat de muchia interioară a unei pietre oală. Prin încercări repetate de a deplasa rectiliniu muchia interioară a pietrei în raport cu suprafaţa de aşezare a unui burghiu ascuţit, s-a ajuns la concluzia că pentru a asigura posibilitatea utilizării unor pietre oală de diametru şi productivitate ridicată şi, în acelaşi timp, o curbură suficient de mare a feţei de aşezare a burghiului, trebuie folosite curburile mari ale elipsei de proiecţie - cele situate în zona vîrfului acesteia.

S-a ajuns astfel, în anul 1960, la un nou procedeu de ascuţire a burghielor elicoidale (fig.28.2), ascuţirea cilindro-eliptică simplă, brevetată în ţara noastră şi peste hotare, distinsă cu medalia de aur şi menţiunea specială a juriului pentru nivel ştiinţific, la Salonul Invenţiilor de la Viena, 1970.

Primit cu interes în străinătate, procedeul a fost denumit de către Pier Lorenzo Levi d'Ancona „ascuţirea Iaşi" [7].

Ascuţirea se realizează cu ajutorul suprafeţei frontal-interioare S, hiperboloidale de rotaţie, a unei pietre oală, a cărei axă era conţinută într-un plan Q înclinat cu un unghi α în raport cu direcţia avansului longitudinal B şi înclinată, în acest plan, cu un unghi β, în raport cu planul P, care conţine axa burghiului şi direcţia avansului longitudinal B.

Suprafaţa activă a pietrei se realizează iniţial cu ajutorul unui vîrf de diamant amplasat pe axa burghiului. Prin deplasarea burghiului, în mişcarea sa de avans longitudinal B, muchia interioară E_i şi cea exterioară E_e generau pe suprafaţa de aşezare a burghiului două elemente de cilindri eliptici intersectaţi pe axa burghiului. Pe măsura uzurii, rezultă o singură curbă generatoare E_m, continuă, care începe cu muchia interioară, traversează suprafaţa activă S şi se racordează cu muchia exterioară, astfel încît pe suprafaţa de aşezare a burghiului rezultă practic o porţiune cilindro-eliptică unică.

În afară de avantajul simplificării cinematice, pentru realizarea ascuţirii fiind necesare numai 3 mişcări de lucru, A, B şi C, au rezultat şi condiţii termice convenabile care au permis ascuţirea fără răcire. De asemenea, nu este necesară corijarea cu diamantul a suprafeţei active S, compensarea uzurii realizîndu-se prin simpla deplasare periodică, axială a pietrei.

Maşinile semiautomate, concepute după acest procedeu împreună cu specialiştii

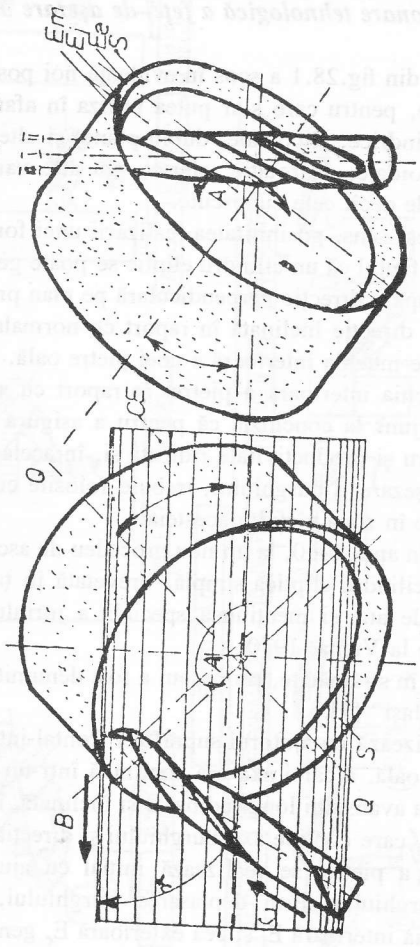


Figura 28.2

Fabricii de scule Rîşnov, precum şi maşinile simple de ascuţit, realizate împreună cu

Uzina mecanică Nicolina Iaşi în anii 1964-1965 sînt şi astăzi în funcţiune şi au confirmat avantajele estimate, productivitatea ascuţirii fiind de 3...6 ori mai mare decît la maşinile importate.

În raport cu procedeele de ascuţire cilindro-eliptice apărute aproximativ în aceeaşi perioadă în străinătate (BSA şi Brierley) [8], noul procedeu se bucură de avantajul folosirii unor pietre de diametru mai mare, mai stabile şi mai productive, ca urmare a folosirii elipselor de proiecţie E_i şi E_e în zonele de curbură mare.

Pentru analiza inginerească a invenţiei, s-a realizat iniţial un dispozitiv-model experimental, pe care s-au obţinut primele burghie ascuţite cilindro-eliptic, supuse apoi analizei comparativ cu cele convenţionale: în acest sens, s-au analizat comparativ curbele de detalonare, legea de variaţie a unghiului de aşezare în lungul tăişului principal şi a celui transversal, forţele axiale, momentele de aşchiere şi durabilitatea.

Din această analiză, a rezultat că noul burghiu are calităţi aşchietoare sensibil egale cu cele ale burghiului ascuţit conic Stock-Washborne-Bancroft, dar net superioare, sub aspectul tehnologicităţii, productivităţii, ascuţirii şi simplificării utilajelor de ascuţit.

28.1.2 *Prima perfecţionare geometrică-funcţională a formei feţei de aşezare a burghielor elicoidale*

Admiţînd faptul că factorul esenţial exterior, care determină rezistenţa la uzură, respectiv durabilitatea efectivă a burghiului este temperatura, a cărei creştere determină o scădere a durabilităţii, rezultă că pentru mărirea durabilităţii este necesar să se micşoreze "încărcarea energetică unitară E", criteriu introdus de către autorul prezentei lucrări, încă din anul 1966 [1], şi să se îmbunătăţească condiţiile de evacuare a căldurii, ceea ce ar fi echivalent cu micşorarea criteriului Bisacre-Chao [9] Vs/λ, în care V este viteza de aşchiere, s - avansul, iar λ - conductivitatea termică.

Expresia generală a încărcării energetice unitare, definită ca o putere consumată pe unitatea de lungime a tăişului, este [1]

$$E = C_p \cdot V \cdot s^{Y_p} \cdot \sin k \cdot \cos \lambda \qquad (28.1)$$

în care, în afara notaţiilor cunoscute, C_p - constanta forţei de aşchiere principale, pentru materialul dat: y_p - exponentul avansului din expresia experimentală a forţei principale de aşchiere; k - unghiul de atac; λ - unghiul de înclinare.

Este evident că în cazul burghiului, datorită variabilităţii parametrilor geometrici în lungul tăişului şi, în special, datorită creşterii vitezei spre diametrele mari, încărcarea energetică unitară va creşte spre diametrele mari, producînd o uzură neuniformă de lăţime crescătoare.

Pe această bază, spre deosebire de alte scule aşchietoare, la care tăişul se uzează uniform, ieşind simultan din uz cu toate porţiunile sale active, tăişul principal al burghiului elicoidal ascuţit după procedee convenţionale, precum şi după procedeul cilindro-eliptic, simplu, nu este raţional exploatat, ieşind din uz în zona vîrfurilor principale, într-un moment cînd zona din apropierea miezului mai păstrează rezerve importante de uzură.

Pentru optimizarea formei tăişului principal sub aspectul durabilităţii ar trebui pusă condiţia ca încărcarea energetică unitară E să fie constantă pe toată lungimea tăişului principal. Dacă pentru simplificare, se consideră un tăiş principal conţinut în planul axial al burghiului, atunci $\lambda=0$, iar

$$E = C_p \cdot V \cdot s^{y_p} \cdot \sin k = \text{const.}$$

de unde, prin înlocuiri, se ajunge la o condiţie de forma:

$$k = \arcsin \frac{C}{D_x} \qquad (28.2)$$

în care C este o constantă, în cazul unui burghiu şi regim date, iar D_x - diametrul curent al burghiului.

Forma tăişului trebuie să fie astfel încît să fie respectată legea de variaţie (28.2) pentru unghiul *k*. Stabilirea şi utilizarea unei relaţii exacte pentru legea de variaţie optimă a unghiului *k* este deosebit de laborioasă şi la aceasta ar trebui să se ţină seama atît de variabilitatea unghiului λ, cît şi de modificarea formei tăişului sculei, din rectilinie, pentru k = constant = 59°, în curbilinie strîmbă, pentru *k* variabil.

Este evident că pentru realizarea condiţiei (28.2) tăişul burghiului trebuie să rezulte curbiliniu, cu unghiul *k* descrescător spre diametrele mari. Întrucîtva, această condiţie este realizată de ascuţirile duble sau triple, dar aceste ascuţiri presupun două sau trei poziţionări ale burghiului în raport cu piatra, determinînd o scădere apreciabilă a productivităţii ascuţirii.

În concluzie, pe cale analitică inginerească, s-a putut formula o a doua temă de creaţie tehnică, privind perfecţionarea formei feţei de aşezare şi a tăişului principal ale burghielor elicoidale: să se conceapă o astfel de formă a feţei de aşezare şi a tăişului principal, încît, păstrînd tehnologicitatea obţinută la procedeul cilindro-eliptic, să se obţină o durabilitate sporită (pe seama respectării Legii 28.2).

Pornind de la varianta de bază a ascuţirii cilindro-eliptice, s-a ajuns astfel la o nouă variantă (fig.28.3) în conformitate cu care tăişul principal rezultă de formă curbilinie convexă-optimizată. La această variantă, mişcarea de avans pe adîncime C (fig.28.2) este înlocuită printr-o mişcare lentă de rotaţie C, în jurul unei axe, O, perpendiculare pe planul definit de axa burghiului şi direcţia avansului longitudinal B (fig.28.3); în felul acesta, suprafaţa de aşezare a burghiului pătrunde lent pe adîncime, realizîndu-se şi o zonă de racordare toroidal-eliptică.

Experimentîndu-se un astfel de burghiu, s-a constatat o creştere a rezistenţei la uzură de 2...3 ori în raport cu ascuţirile convenţionale sau cilindro-eliptice simple. Şapte ani mai tîrziu, François L'Homme şi Bernard Legui brevetează un procedeu şi o maşină de ascuţit burghie după suprafeţe conice, racordate cu suprafeţe sferice sau toroidal-circulare (fig.28.4) [10], echivalent cu procedeul cilindro-eliptic racordat cu o suprafaţă toroidal-eliptică din punctul de vedere al calităţilor aşchietoare ale burghielor ascuţite, dar reprezentînd un regres din punct de vedere tehnologic; într-adevăr, în afară de mişcările A, B şi C, specifice ascuţirilor conice, procedeul presupunea şi prezenţa unei mişcări de rotaţie lentă D, în jurul unei axe O situate la o distanţă *r* de suprafaţa activă a pietrei; dacă la aceste mişcări se adaugă şi o mişcare de uniformizare a uzurii sau de diamantare,

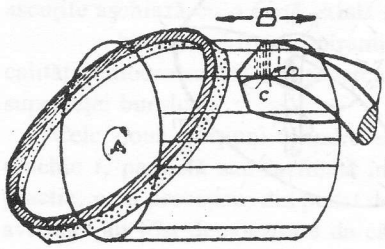


Figura 28.3

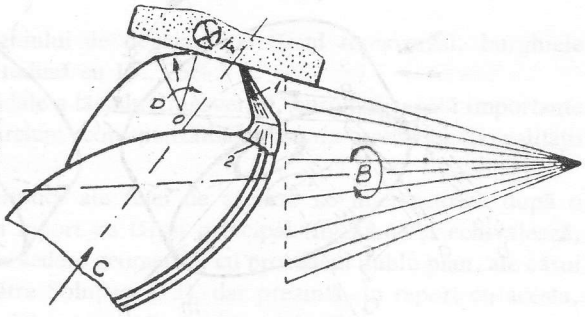


Figura 28.4

se ajunge la 5 mişcări, faţă de trei mişcări la procedeul nostru.

28.1.3 Cea de a doua perfecţionare tehnologică, combinată cu cea de a doua perfecţionare geometrică funcţională a formei feţei de aşezare a burghiului elicoidal

Pornind de la constatarea că, pe de o parte, tăişul transversal la ascuţirea cilindro-eliptică simplă (EL) şi cea după suprafeţe cilindro-toroidal-eliptice (ELTOR) ca şi, de altfel, la celelalte ascuţiri convenţionale, are o geometrie deficitară (lucrînd cu forţe axiale mari) şi nu are calităţi autocentrante şi că, pe de altă parte, pentru ascuţire sînt necesare pietre de diametre relativ mici, s-a formulat o a treia temă de creaţie tehnică: o nouă formă şi procedeu de realizare a feţelor de aşezare ale burghielor elicoidale, care să asigure autocentrarea şi reducerea forţelor axiale şi creşterea diametrului şi productivităţii pietrei abrazive cu care se realizează ascuţirea.

Din studiile analitice ale procedeului cilindro-eliptic simplu [11], a rezultat posibilitatea ascuţirii cilindro-eliptice, după două suprafeţe cilindro-eliptice, intersectate, cu vîrf piramidal autocentrat, ca urmare a faptului că cele două curbe generatoare E_i şi E_e (fig.28.2) generează doi cilindri eliptici intersectaţi pe axa burghiului. Dacă, în cazul pietrelor oală obişnuite, acest lucru nu se observă, după un anumit număr de ascuţiri, rezultînd o suprafaţă cilindro-eliptică unică, în cazurile cînd diferenţa dintre cele două diametre extreme ale pietrei oală, corespunzătoare muchiilor *n* şi *m* (fig.28.5), este mare, va rezulta şi o diferenţiere netă între cei doi cilindri eliptici constituenţi ai feţei de aşezare, diferenţă care se păstrează şi în urma uzurii pietrei.

Pe de altă parte, dacă o suprafaţă conică interioară a unei pietre se intersectează cu planul P al mişcării de avans longitudinal B al burghiului, curba de intersecţie rezultă sub forma unui arc de conică concavă; pornind cu burghiul într-o mişcare de avans rectiliniu B, din fundul concavităţii, se obţine, odată cu această mişcare şi o mişcare de pătrundere treptată a burghiului în piatră, cu eliminarea unui strat de metal de pe faţa de aşezare de grosime ΔR, ΔT sau ΔP, funcţie de planul secant R, T sau P, în care se măsoară

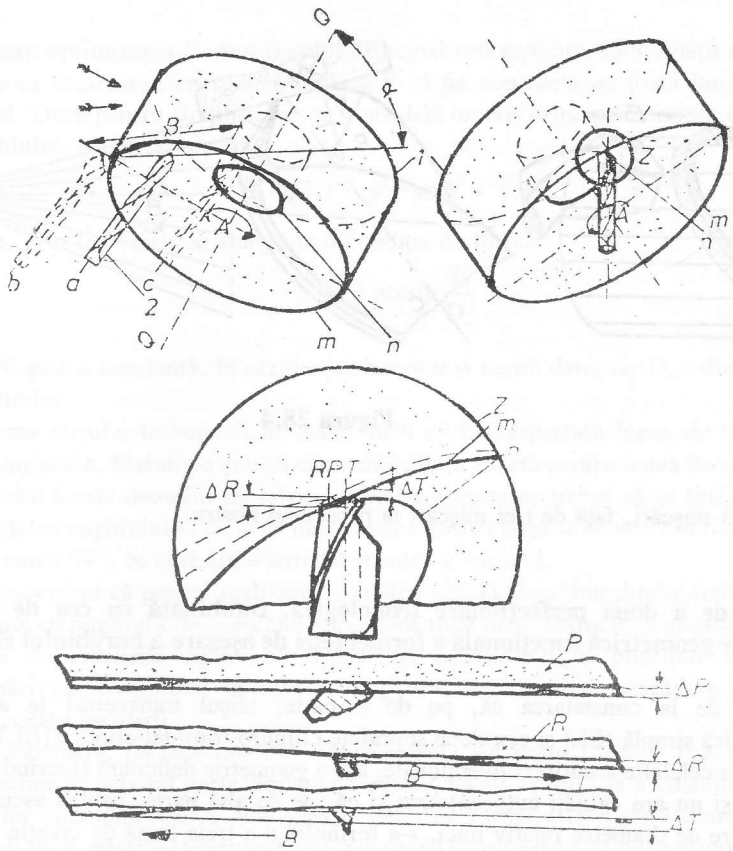


Figura 28.5

adîncimea concavităţii. În felul acesta, numărul de mişcări de lucru a fost redus la numai două, procedeul fiind cel mai simplu din acest punct de vedere [12], [14].

Ulterior, în locul unei curbe conice, s-a apelat la o curbă mai convenabilă, astfel încît la capetele cursei, avansul indirect pe adîncime să tindă spre zero, curba devenind paralelă cu avansul B. O astfel de curbă este concoida dreptei (concoida lui Nicomede), aplicată prin intermediul unei came de conducere a diamantului generator al suprafeţei active a pietrei, pe maşina semiautomată realizată la Laboratorul de maşini-unelte şi scule de la Institutul Politehnic din Iaşi.

Un alt important avantaj tehnologic al acestui procedeu, denumit prescurtat "Elbi", îl constituie faptul că, sub aspect geometric, diametrul pietrei nu este limitat, permiţînd folosirea unor pietre de diametru, durabilitate şi productivitate sporite.

În afară de avantajele tehnologice, noul procedeu realiza şi o optimizare a geometriei burghiului din punctul de vedere a două criterii principale de optimalitate:

a) datorită creşterii unghiului de degajare pe tăişul transversal, burghiele ascuţite aşchiază cu o forţă axială redusă cu 15...25%.

b) datorită formei piramidale a tăişului transversal, burghiul capătă importante calităţi autocentrante, cu repercursiuni corespunzătoare asupra preciziei şi calităţii suprafeţei burghiate.

Cele două porţiuni cilindro-eliptice ale feţei de aşezare se intersectează după o muchie *i*, paralelă sau înclinată în raport cu tăişul principal (fig.28.6) şi echivalează, practic, noul procedeu, din punct de vedere geometric, cu procedeul dublu plan, ale cărui avantaje au fost demonstrate de către Solnţeva [13], dar prezintă, în raport cu acesta, avantajul realizării feţei de aşezare într-o singură poziţionare în dispozitiv.

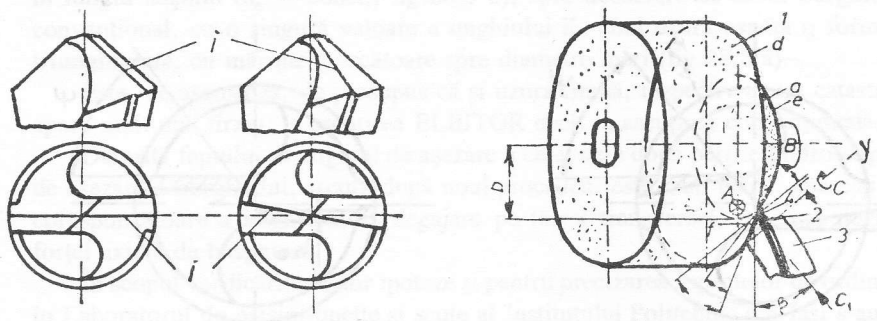


Figura 28.6

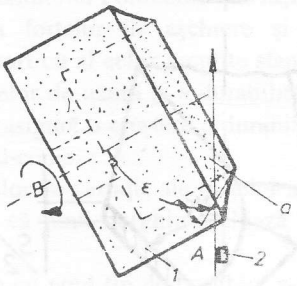


Figura 28.7

28.1.4. *A treia perfecţionare tehnologică a geometriei feţei de aşezare a burghiului elicoidal*

Analiza inginerească a ascuţirii cu ajutorul hiperboloizilor de rotaţie înscrişi pe suprafaţa conică interioară a pietrelor abrazive, pe lîngă faptul că a confirmat avantajele constructiv-funcţionale şi tehnologice estimate, a relevat şi două importante deficienţe;

a) dispozitivul port-burghiu lucra într-un spaţiu "înghesuit" cu vizibilitate redusă, ceea ce impunea restricţii la proiectarea acestuia;

b) microaşchiile se elimină mai greu, forţa centrifugă menţinîndu-le pe

suprafaţa activă a pietrei şi contribuind la îmbîcsirea acesteia.

S-a pus firesc întrebarea: oare nu s-ar putea obţine aceleaşi rezultate, folosind drept suprafaţă activă a pietrei o suprafaţă hiperboloidală de rotaţie înscrisă pe o suprafaţă conică exterioară mai degajată şi cu posibilităţi sporite de eliminare.

Aplicînd principiul de realizare a formei curbilinii a tăişului principal, utilizat la procedeul cilindro-eliptic iniţial, la ascuţirea cilindro-eliptică dublă, prin înlocuirea mişcării de avans pe adîncimea C_1 printr-o mişcare de rotaţie lentă C a burghiului în jurul unei axe Y, situate la o distanţă *l*, de linia pe care a descris-o diamantul 2 de la generarea hiperboloidului de rotaţie *a*, pe lîngă cele două suprafeţe cilindro-eliptice, *a* şi *b* (fig.28.7) se obţin şi două suprafeţe toroidal-eliptice, *c* şi *d*, tăişul principal fiind constituit dintr-o porţiune rectilinie *e* şi una în arc de racordare *f*, de rază *l*.

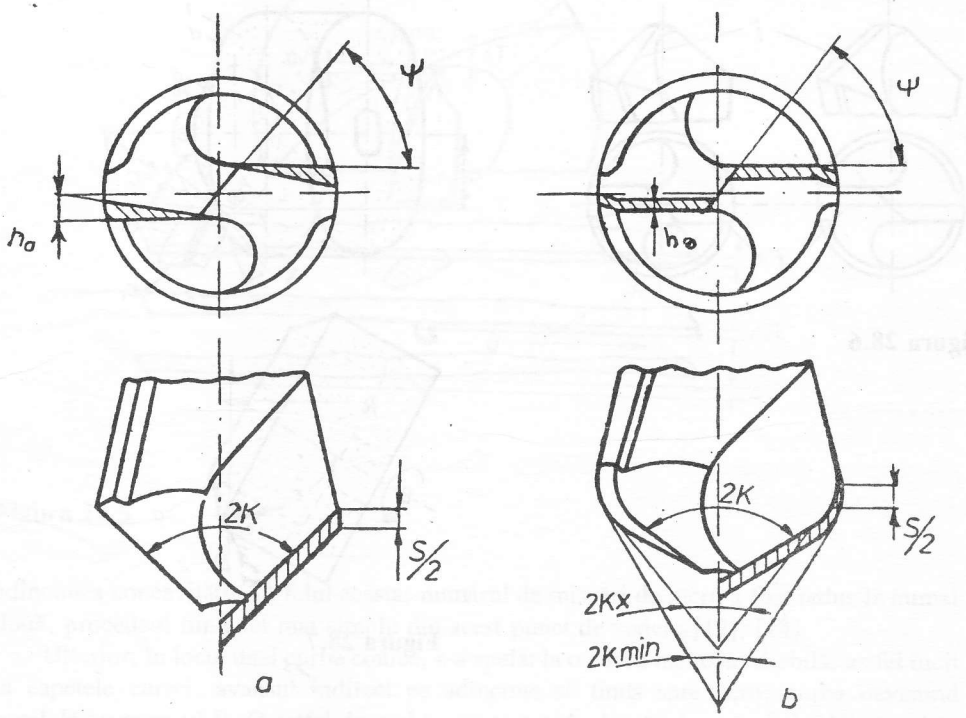


Figura 28.8

Analiza inginerească a noului procedeu s-a referit la experimentarea burghielor ascuţite pe un model experimental de maşină de ascuţit (fig.28.8) şi a constat [27] în comparaţia geometrică, dinamometrică şi de uzură, dintre burghiul standard şi burghiul ELBITOR.

Analiza geometrică (fig.28.8 a şi b) comparativă a condus la următoarele concluzii de bază:

a) micşorarea grosimii aşchiei şi deci a încărcării energetice unitare în zona de

maximă solicitare termomecanică a tăişului (zona vîrfurilor principale), conduce la scăderea corespunzătoare a temperaturii în zona de aşchiere, cu efect pozitiv asupra rezistenţei la uzură (fig.28.8, a şi b).

b) mărirea unghiului la vîrful principal determină o îmbunătăţire a capacităţii de evacuare a căldurii prin conducţie, la mărirea rezistenţei termo-mecanice a zonei corespunzătoare, de asemenea cu efect pozitiv asupra rezistenţei la uzură.

Într-adevăr, din expresia încărcării energetice unitare E (28.1) rezultă o oarecare egalizare a acesteia în lungul tăişului ca urmare a faptului că sporirea vitezei este compensată de scăderea unghiului de atac K (fig.28.8 b).

Este de presupus că egalizarea încărcării energetice unitare în lungul tăişului principal schimbă şi aspectul general al uzurii feţei de aşezare, aceasta devenind practic uniformă în lungul tăişului (h_e = const., fig.28.8 b), spre deosebire de cazul burghiului ascuţit convenţional, cu o singură valoare a unghiului K, cînd uzura capătă o formă generală triunghiulară, cu mărime crescătoare spre diametre mari (fig.28.8 a).

Este, de asemenea, de presupus că şi uzura limită, respectiv uzura catastrofală, vor apare mult mai tîrziu, la ascuţirea ELBITOR decît la ascuţirea convenţională.

Datorită faptului că unghiul de aşezare a celei de a doua părţi cilindro-eliptice a feţei de aşezare a burghiului, ascuţit după noul procedeu, este mult mărit, apare şi o creştere corespunzătoare a unghiului de degajare pe tăişul transversal, cu efect pozitiv asupra forţei axiale de burghiere.

În scopul verificării acestor ipoteze şi pentru precizarea aspectelor de ordin cantitativ, în Laboratorul de maşini-unelte şi scule al Institutului Politehnic din Iaşi s-au întreprins cercetări experimentale comparative asupra forţelor de aşchiere şi a durabilităţii burghielor ascuţite după noul procedeu în raport cu al celor ascuţite standard.

Analiza inginerească comparativă a curbelor de uzură şi a durabilităţii T (fig.28.9) a condus la concluzia că ascuţirea ELBITOR asigură o creştere a durabilităţii de 3-8 ori în raport cu cea a burghielor ascuţite standard-conic.

Analiza inginerească comparativă a curbelor de variaţie ale forţelor axiale P, funcţie de avans (fig.28.10), a condus la concluzia că noul burghiu aşchiază cu forţe axiale reduse cu 20-25 %.

Pe baza rezultatelor net pozitive obţinute cu noul tip de burghiu, s-a luat hotărîrea de implementare şi producţie de serie a maşinilor de ascuţit pe baza prototipului experimental, realizat în cadrul unui contract de colaborare ştiinţifică între Catedra de maşini-unelte şi scule şi Întreprinderea Mecanică Suceava; reproiectată şi executată de I.M. Suceava în baza brevetelor de invenţii româneşti ale procedeului [16] şi maşinii [21], capul seriei zero al maşinii "ELBITOR" a fost prezentat la Tîrgul Internaţional de la Bucureşti din octombrie 1972 şi la Tîrgul Internaţional de la Karl Marx Stadt din noiembrie 1972, şi la Expoziţia de maşini-unelte de la Praga din anul 1973, intrînd în producţie de serie la I.M. Suceava.

Maşina "ELBITOR" a fost construită în baza procedeului de ascuţire a sculelor aşchietoare după suprafeţe cilindro-eliptice multiple şi destinată, în una din variantele posibile, pentru ascuţirea burghielor elicoidale. Maşina este dotată cu două posturi de lucru independente, care realizează ascuţirea burghielor după procedeul cilindro-eliptic multiplu "ELBITOR" respectiv "ELBI".

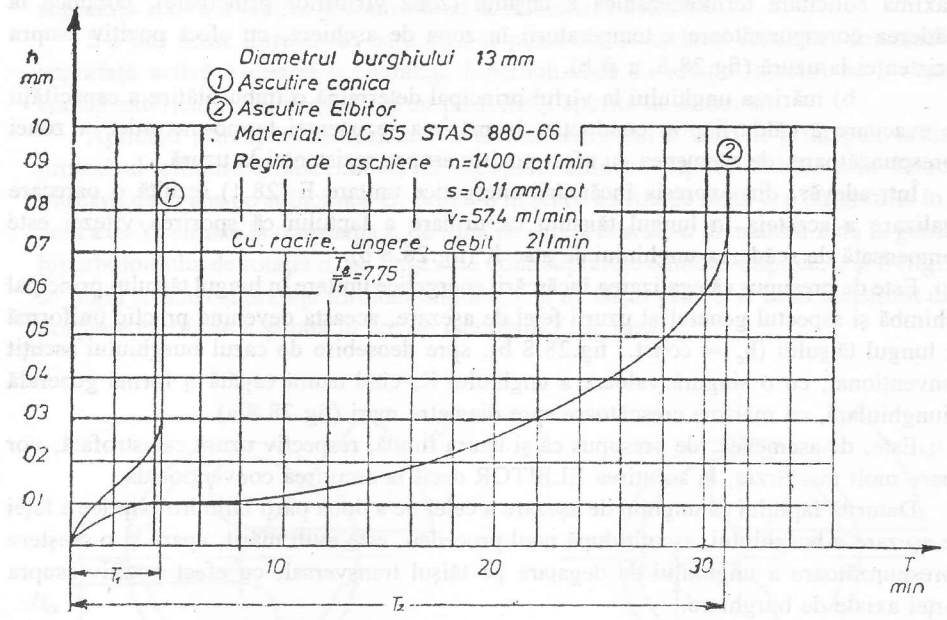


Figura 28.9

Ascuţirea burghielor elicoidale după procedeul "ELBITOR" (fig.21.11), se realizează după două suprafeţe cilindro-eliptice intersectare cu vîrf piramidal autocentrant şi cu tăişul principal racordat cu tăişul faţetei printr-o curbă continuă; în acest scop, cele două suprafeţe cilindro-eliptice e_1, e_2 ale unei feţe de aşezare se racordează cu faţete şi cu spatele dintelui burghiului după două suprafeţe toroidal eliptice t_1, t_2.

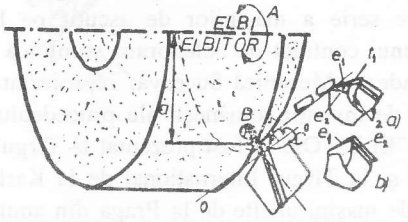


Figura 28.11

Ascuţirea burghielor după procedeul "ELBI" se realizează după două suprafeţe cilindro-eliptice e_1, e_2 (fig.28.11), vîrful păstrîndu-şi forma piramidală şi calitatea de autocentrare, suprafeţele toroidal-eliptice, prezentate la procedeul "ELBITOR" lipsind la

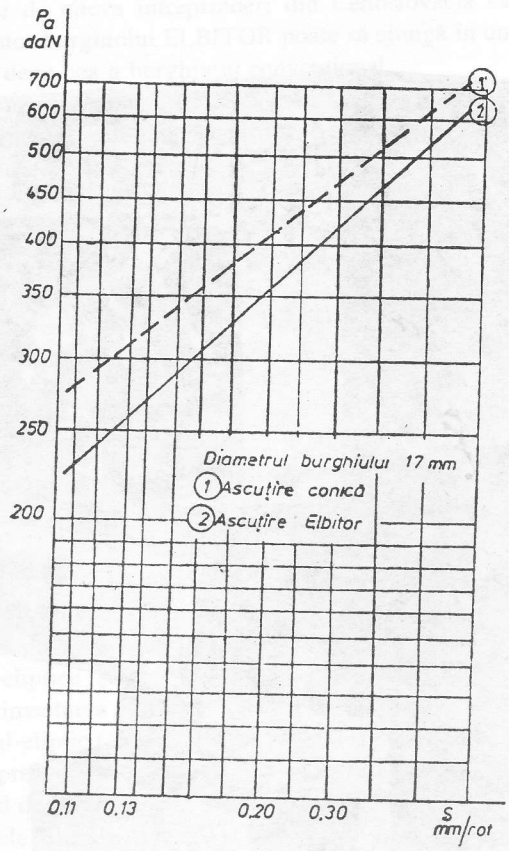


Figura 28.10

procesul "ELBI" [31].

În urma experimentărilor efectuate cu prototipul industrial al maşinii "ELBITOR" (fig.28.12) s-a ajuns la următoarele rezultate:

- Productivitatea efectivă realizată: 20-140 burghie/oră în cazul procedeului "ELBI" şi 50-120 burghie în cazul procedeului "ELBITOR"; trebuie făcută menţiunea că aceste productivităţi pot fi realizate în cazul în care precedentele ascuţiri au fost făcute după acelaşi procedeu, în caz contrar, burghiele mari trebuie aduse la forma apropiată de cea obţinută prin procedeele "ELBI", "ELBITOR", fapt care face ca productivitatea să scadă întrucîtva.

- Precizia ascuţirii, respectiv simetria parametrilor obţinută prin ascuţire, în cazul execuţiei corecte a burghielor, este extrem de ridicată, bătaia radială a tăişului transversal fiind practic nulă.

Demonstraţii efectuate la expoziţia CAER, de noutăţi în domeniul maşinilor-unelte, din 1975, cu noile burghie şi noile maşini de ascuţit ELBITOR au probat din nou, fapt

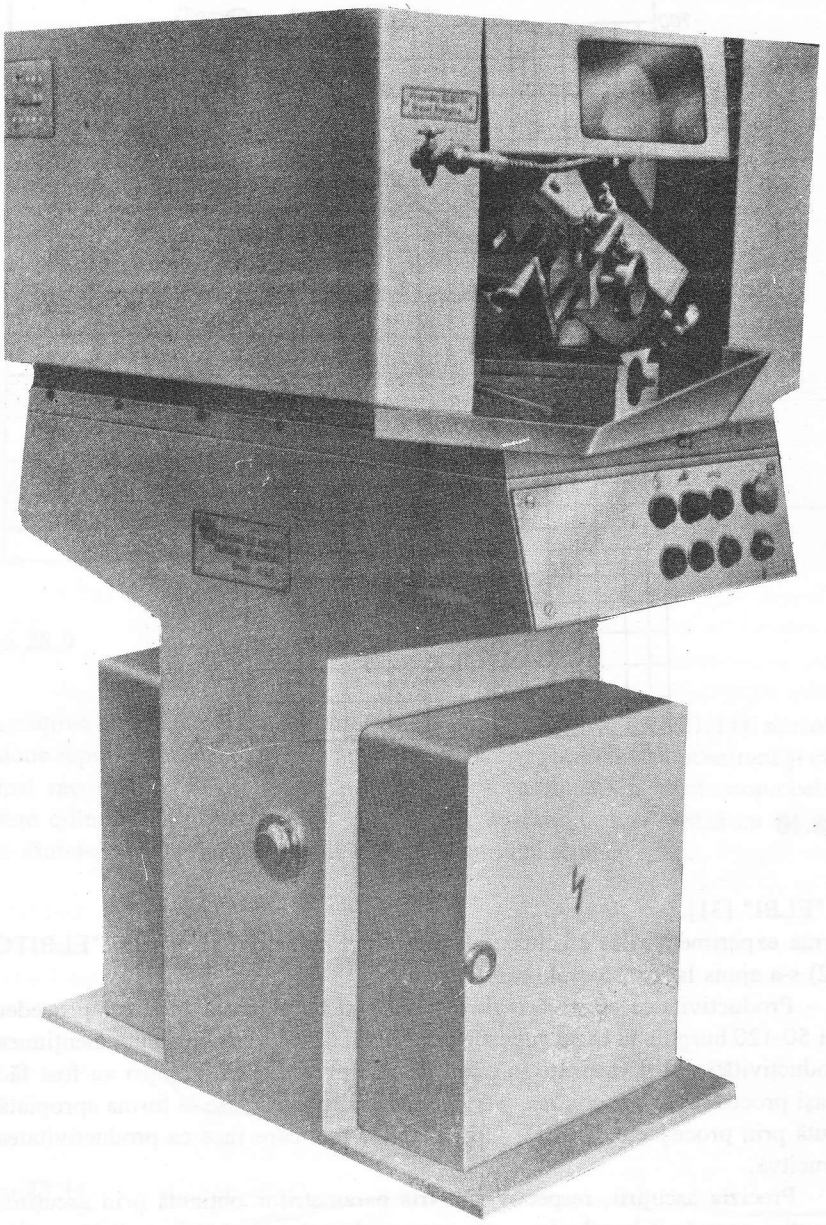


Figura 28.12

confirmat ulterior şi de cîteva întreprinderi din Cehoslovacia care au importat noile maşini, că durabilitatea burghiului ELBITOR poate să ajungă în unele cazuri să fie chiar de 14 ori mai mare decît cea a burghiului convenţional.

Întreprinderea producătoare, I.M. Suceava, a trecut de curînd la perfecţionarea, mecanizarea şi automatizarea noilor maşini, pentru a le spori competitivitatea.

Performanţele noilor burghie, care prin generalizare pot conduce la economii de 30-50 mil. lei anual, performanţele noilor procedee de ascuţire şi ale noilor maşini, au meritat eforturile susţinute şi îndelungate depuse de colectivul de creatori.

În exemplul analizat, problema de creaţie globală a fost rezolvată printr-un întreg şir de invenţii de procedee tehnologice de generare a suprafeţelor complexe ale burghielor elicoidale (5 brevete rom. dintre care 2 brevete şi în SUA, RFG, Italia, Franţa etc.) de dispozitive pentru poziţionarea-fixarea burghielor la ascuţire (4 brevete rom.) şi de maşini de ascuţit burghie elicoidale (5 brevete rom.).

De regulă, "Lanţurile" de invenţii apar atunci cînd este necesară punerea în valoare a unei invenţii pilot de procedeu (ascuţirea cilindro-eliptică) prin concepţia, construcţia, experimentarea şi implementarea industrială a unor utilaje specifice, dispozitive şi maşini-unelte corespunzătoare.

Explicaţia şirului de 5 brevete de procedee de ascuţit constă în aceea că, de multe ori, în construcţia de maşini o nouă idee permite elaborarea prin derivaţie a unor noi idei. Ascuţirea cilindro-eliptică dublă n-ar fi putut să apară fără elaborarea şi analiza inginerească favorabilă a ascuţirii cilindro-eliptice simple, după cum ascuţirea după suprafeţe cilindro-eliptice şi toroidal-eliptice duble (ELBITOR) are drept premise elaborarea şi experimentarea cu succes a procedeelor cilindro-eliptice duble (ELBI) şi a procedeului toroidal-eliptic (ELTOR) reprezentînd o combinare a acestora.

Este greu de presupus că un alt inventator ar fi putut ajunge direct la procedeul ELBITOR, pornind de la procedeele convenţionale, fără a fi trecut în prealabil şi să nu fi "simţit" procedeele EL, ELBI şi ELTOR.

28.2. Exemplu din domeniul chimiei industriale; căutarea prin analiză morfologică a noilor soluţii de extractoare [26]

Problema de creaţie este găsirea soluţiei tehnice eficiente, prin analiza morfologică a mulţimii de *r*-asamblări, a mijlocului tehnic de extracţie cu un solvent selectiv, a unei substanţe valoroase lichide sau solide, dintr-o soluţie omogenă într-un lichid.

S-au putut depista următoarele criterii de clasificare, ansamble formatoare:

- ansamblul formator A, pentru modul de contactare a fazelor,

$$A = \{A_1, A_2\}$$

în care,

A_1 - contactare diferenţială,

A_2 - contactare în trepte;

- ansamblu formator B, pentru modul de dispersare a fazelor,

$$B = \{B_1, B_2\}$$

în care,

B_1 - dispersare mecanică,
B_2 - dispersare nemecanică;

- ansamblul formator C, pentru sensul de circulaţie a fazelor,

$$C = \{C_1, C_2\}$$

în care,

C_1 - circulaţie în echicurent,
C_2 - circulaţie în contracurent;

- ansamblul formator D, pentru tipul dispozitivului de dispersare, amestecare,

$$D = \{D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6\}$$

în care:

D_1 - dispozitiv cu palete,
D_2 - dispozitiv cu elice,
D_3 - dispozitiv cu turbină,
D_4 - dispozitiv special,
D_5 - dispozitiv cu pompă centrifugă,
D_6 - dispozitiv cu pompă cu piston;

- ansamblul formator E, pentru locul de amplasare a dispozitivului,

$$E = \{E_1, E_2\}$$

în care,

E_1 - amplasare interioară,
E_2 - amplasare exterioară;

- ansamblul formator F, pentru modul de separare a fazelor,

$$F = \{F_1, F_2\}$$

în care,

F_1 - separare gravitaţională,
F_2 - separare centrifugală.

Fiind vorba de şase ansamble formatoare, reprezentarea spaţială a asamblărilor posibile ar necesita un volum de matrice spaţiale, cum este cel din figura 10.10; procedînd însă la comasarea consecutivă a matricelor, se poate ajunge la matricea plană din figura 28.13.

Această matrice cuprinde $\alpha \times \beta \times \gamma \times \delta \times \lambda \times \varepsilon = 2 \times 2 \times 2 \times 6 \times 2 \times 2 = 192$ combinaţii, conţinînd atît soluţiile cunoscute, cît şi soluţiile necunoscute, parte dintre acestea din urmă, divergente-absurde, dar o bună parte reprezentînd soluţiile posibile-viabile-eficiente.

Din această din urmă categorie a rezultat o valoroasă asamblare $A_1B_2C_2D_6E_2F_1$, care reprezintă *ideea constructivă-funcţională pentru coloana de extracţie cu pulsaţii*.

Uneori, deosebit de eficientă devine schimbarea ordinii parcurgerii r-asamblărilor posibile, de exemplu, trecînd de la matricele de idei la listele de enumerare lexicografică, aşa cum sînt cele reprezentate în tabelele 11.2 sau 12.3.

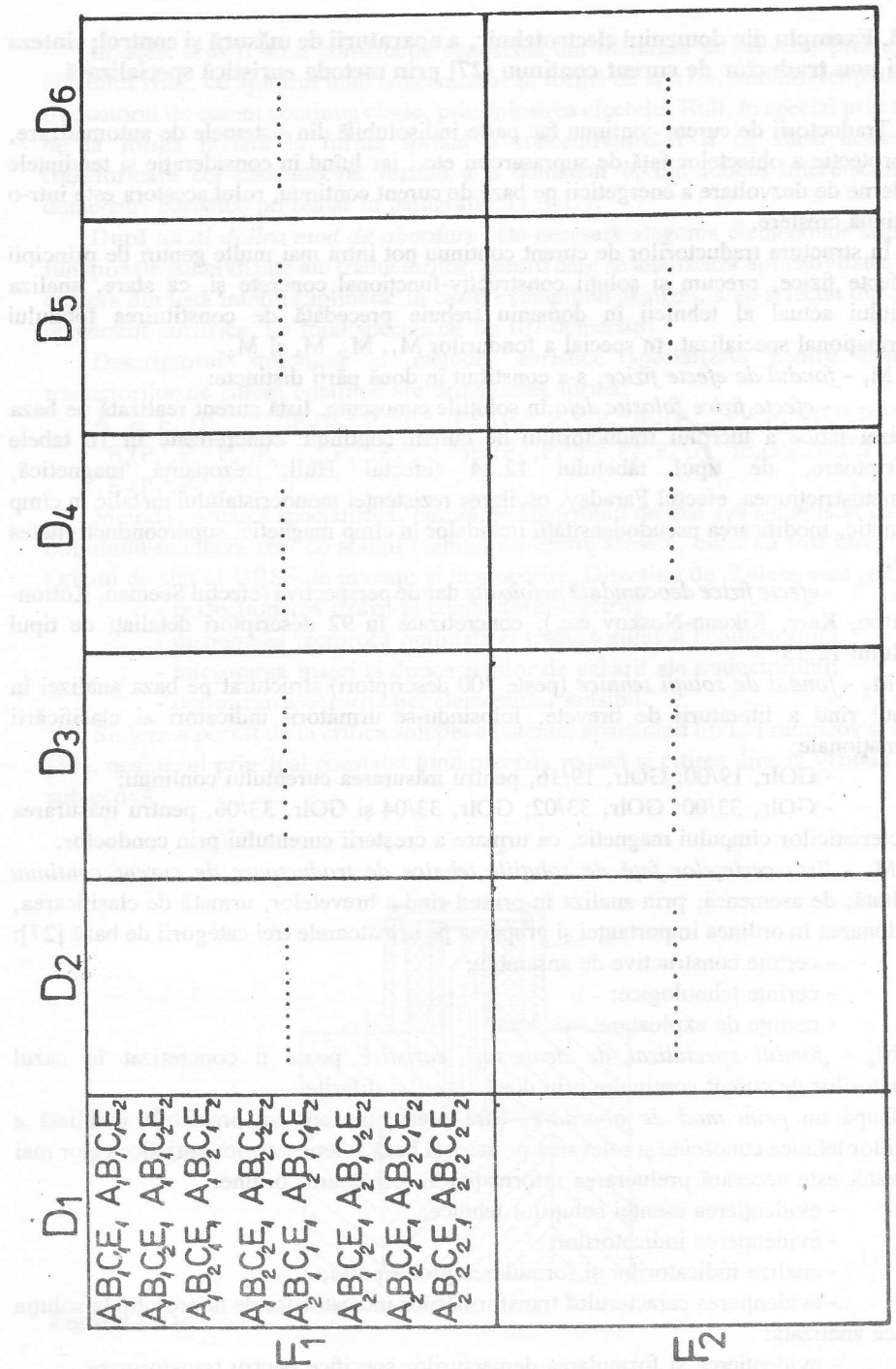


Figura 28.13

28.3. Exemplu din domeniul electrotehnic, a aparaturii de măsură şi control; sinteza unui nou traductor de curent continuu [27] prin metoda euristică specializată

Traductorii de curent continuu fac parte indisolubilă din sistemele de automatizare, de protecţie a obiectelor faţă de suprasarcini etc., iar luînd în consideraţie şi tendinţele moderne de dezvoltare a energeticii pe bază de curent continuu, rolul acestora este într-o continuă creştere.

În structura traductorilor de curent continuu pot intra mai multe genuri de principii şi efecte fizice, precum şi soluţii constructiv-funcţional concrete şi, ca atare, analiza stadiului actual al tehnicii în domeniu trebuie precedată de constituirea fondului informaţional specializat, în special a fondurilor M_1, M_2, M_3 şI M_6.

M_1 - *fondul de efecte fizice*, s-a constituit în două părţi distincte:

- *efecte fizice folosite deja* în soluţiile cunoscute, listă curent realizată pe baza analizei fizice a lucrului traductorului de curent continuu, concretizate în 16 tabele descriptoare, de tipul tabelului 12.14 (efectul Hull, rezonanţa magnetică, magnetostricţiunea, efectul Faraday, oscilarea rezistenţei monocristalului metalic în cîmp magnetic, modificarea pseudodensităţii lichidelor în cîmp magnetic, superconductivitatea etc.);

- *efecte fizice deocamdată nefolosite* dar de perspectivă (efectul Seeman, Kotton-Mouton, Karr, Kikeun-Noskov etc.), concretizate în 92 descriptori detaliaţi de tipul tabelului 12.13.

M_2 - *fondul de soluţii tehnice* (peste 700 descriptori) structurat pe baza analizei în primul rînd a literaturii de brevete, folosindu-se următorii indicatori ai clasificării internaţionale:

- GOlr, 19/00; GOlr, 19/16, pentru măsurarea curentului continuu;
- GOlr, 33/00; GOlr, 33/02; GOlr, 33/04 şi GOlr, 33/06, pentru măsurarea caracteristicilor cîmpului magnetic, ca urmare a creşterii curentului prin conductor.

M_3 - *lista cerinţelor faţă de soluţiile tehnice de traductoare de curent continuu* rezultată, de asemenea, prin analiza în primul rînd a brevetelor, urmată de clasificarea, reordonarea în ordinea importanţei şi gruparea pe următoarele trei categorii de bază [27]:

- cerinţe constructive de ansamblu;
- cerinţe tehnologice;
- cerinţe de exploatare.

M_6 - *fondul specializat de demersuri euristice* poate fi concretizat în cazul traductorilor de curent contiunuu prin două abordări diferite.

După un *prim mod de abordare*, care presupune analiza prealabilă detaliată a soluţiilor tehnice cunoscute şi relevarea pe această bază a demersurilor euristice celor mai adecvate, este necesară prelucrarea informaţiei în următoarea ordine:

- evidenţierea esenţei soluţiilor tehnice;
- evidenţierea indicatorilor;
- analiza indicatorilor şi formularea prototipului;
- evidenţierea caracterului transformărilor indicatorilor de la prototip la soluţia tehnică analizată;
- evidenţierea şi formularea demersurilor specifice pentru transformare.

În acest sens o nouă construcţie cunoscută din literatura de brevete, prin aplicarea efectului Hull, cu ajutorul unui concentrator în formă de spirală, este diferenţiată faţă de traductorul de curent continuu clasic, prin folosirea efectului Hull, în special prin trecerea de la forma inelară la forma spirală a concentratorului şi ca atare demersul de transformare cel mai adecvat rezultă a fi demersul b_1 din fondul interdisciplinar de demersuri euristice prezentat în paragraful 11.3.1.1.

După *un al doilea mod de abordare* este necesară alegerea elementelor structurilor funcţionale generalizate ale traductorilor, pentru care se analizează aplicativitatea fiecărui demers din lista interdisciplinară. În cazul exemplului analizat, s-au selectat din cele 258 demersuri euristice, un fond specializat de 107 demersuri.

Descriptorul structural al metodei euristice specializate pentru conceperea traductorilor de curent continuu are următoarea formă:

$$A_s = E_1 (P_1^1 ... P_1^5) E_2(P_2^2, P_2^4, P_2^6 ... P_2^{11}, P_2^{13}, P_2^{14}, P_2^{16}) E_3(P_3^1 ... P_3^6, P_3^{11}, P_3^{12}, P_3^{13})$$
$$E_4(P_4^1, P_4^2, P_4^3, P_4^7, P_4^8, P_4^{10}, P_4^{11}, P_4^{12}) E_5(P_5^1, P_5^2, P_5^3, P_5^8, P_5^9, P_5^{11}) E_6(P_6^1 ... P_6^5, P_6^7)$$
$$E_7(P_7^1, P_7^3, P_7^5, P_7^6)$$

Metoda euristică specializată, bazată pe algoritmul de mai sus s-a aplicat cu succes, obţinîndu-se cîteva zeci de soluţii viabile, iar dintre acestea, cinci au fost înregistrate la Oficiul de stat al URSS de invenţii şi descoperiri. Direcţiile de căutare s-au referit la:

- perfecţionarea fixării la conductorul electric;
- dispunerea reciprocă optimală al traductorului şi conductorului;
- micşorarea masei şi dimensiunilor de gabarit ale traductorului;
- optimizarea construcţiei elementului sensibil.

Sinteza a pornit de la critica soluţiei existente, aparţinînd lui I. Trubnicov şi I. Minin [31], neajunsul principal constatat fiind precizia redusă şi citirea directă vizuală - relativ subiectivă.

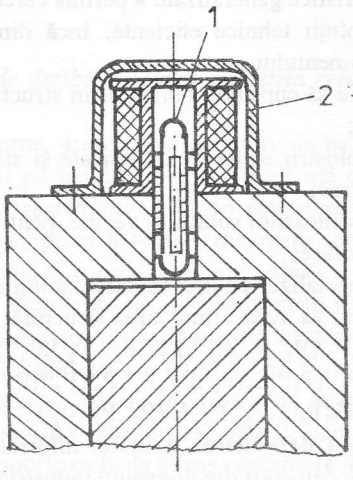


Figura 28.14

La noua soluţie (fig.28.14) de traductori [32], brevetată de A. Sobolev şi I. Sosnicov

în urma folosirii metodei euristice specializate, esenţială este prezenţa bobinei de inducţie 2, în care intră cu un capăt rezervorul ermetic 1, iar în calitate de pîrghie folosindu-se miezul din material magnetic. La modificarea poziţiei miezului se schimbă inductanţa bobinei şi ca atare se schimbă şi frecvenţa oscilaţiilor generate. Avantajele de bază rezidă în creşterea substanţială a preciziei măsurătorilor şi posibilitatea folosirii în sistemele automate şi control, inclusiv pentru controlul la distanţă. S-au folosit efectele fizice de transformare a deplasării mecanice în semnal electric.

Principiul fizic de funcţionare a acestei invenţii a fost realizat, aşa cum s-a arătat în capitolul 12, printr-o metodă maşinizată de căutare (tabelul 12.15) folosind un pachet corespunzător de programe pentru maşinile electronice de calcul sovietice M222 şi ES-1020 [27].

28.4. Exemplu din domeniul industriei lemnului şi a celulozei prin aplicarea metodei logico-euristice generalizate de căutare a noilor soluţii tehnice [27]

Pentru aplicarea metodei logico-euristice generalizate - a euriritmului general de căutare a noilor soluţii tehnice în domeniul industriei lemnului şi a celulozei, este necesară, în primul rînd, structurarea unei metode logico-euristice specializate, prin intermediul căreia să se poată găsi soluţiile tehnice pentru domeniile specifice, cum sînt: pentru doborîrea copacilor, pentru tăierea cioturilor, sortarea materialului lemnos, decojirea sortimentelor, prelucrarea deşeurilor. Un astfel de euriritm specializat de căutare trebuie să permită sintetizarea unor soluţii tehnice, constructiv-funcţionale superioare, de mecanisme şi dispozitive de lucru, componente ale agregatelor de prelucrare a copacilor - a clasei de mecanisme de lucru destinate operaţiilor de prelucrare şi deplasare tehnologică.

Folosirea metodei logico-euristice generalizate a permis cercetătorilor sovietici [27], [28], [29], să elaboreze noi soluţii tehnice eficiente, încă din stadiile incipiente ale proiectării utilajelor specifice domeniului.

Euriritmul specializat trebuie să cuprindă obligator în structură euriritmul invariant al tuturor domeniilor de căutare;

P_5^7 - datorită importanţei folosirii elementelor tipizate şi standardizate în structura agregatelor complexe de prelucrare;

P_6^4 - datorită importanţei modificărilor soluţiilor vecine, pentru optimizarea căutărilor în agregatele complexe de prelucrare;

În consecinţă, euriritmul specializat pentru căutarea soluţiilor tehnice în domeniul prelucrării preliminare a lemnului va avea următoarea structură:

$$A_s = E_1(P_1^1 \ldots P_1^6)E_2(P_2^1,P_2^2,P_2^4,P_2^6,P_2^7,P_2^{10},P_2^{11},P_2^{13},P_2^{14},P_2^{16})$$
$$E_3(P_3^1,P_3^2,P_3^4,P_3^6,P_3^8,P_3^{10},P_3^{11},P_3^{13})E_4(P_4^1,P_4^2,P_4^3,P_4^6,P_4^{10},P_4^{12})$$
$$E_5(P_5^4,P_5^5,P_5^7,P_5^8,P_5^{10},P_5^{11})E_6(P_6^1 \ldots P_6^4,P_6^5)E_7(P_7^1,P_7^3,P_7^5)$$

De asemenea, a fost necesară dezvoltarea fondului informaţional special, pe baza datelor brevetotecii Institutului de cercetări din domeniul industriei lemnului şi datelor din literatura tehnică de specialitate, cu următoarele particularităţi de structurare:

Fondul M_2 de soluţii tehnice a fost constituit după grupele specifice de dispozitive şi

instalaţii:

- 1100 de descrieri de soluţii tehnice de maşini mono şi plurioperaţionale şi de mecanisme;
- 200 de descrieri de soluţii tehnice pentru maşini de pilit longitudinal şi transversal;
- 250 de descrieri de soluţii tehnice de scule şi maşini de tăiat cioturi;
- 100 de descrieri de soluţii tehnice de transportoare - sortatoare;
- 2000 de descrieri de soluţii tehnice pentru maşini de decofrat;
- 400 de descrieri de soluţii tehnice de fierăstraie circulare;
- 700 de descrieri de maşini pentru aşchierea lemnului.

Fondul M_3, cuprinzînd lista cerinţelor clasei date de dispozitive şi maşini, a fost completat cu cerinţe constructive-tehnologice, de unificare-tipizare, de legătură cu mediul ambiant, ergonomice, estetice, psihologico-tehnice etc.

Fondul M_6, specializat, de demersuri euristice s-a constituit prin analiza genezei a peste 2000 de soluţii din anul 1950 pînă în anul 1977, din care a rezultat că majoritatea soluţiilor au apărut prin folosirea grupelor 2, 3, 5, 8, 9, 11, 12 şi 14, cuprinzînd 60 de demersuri euristice (tabelul 11.1 şi lista celor 258 de demersuri euristice din fondul interdisciplinar, prezentate în paragraful 13.3.1.1.).

Fondul M_7 al soluţiilor tehnice ale clasei de vîrf de sisteme tehnice s-a constituit, considerîndu-se drept clasă de vîrf de sisteme tehnice - clasa maşinilor-unelte pentru metale şi clasa maşinilor miniere, de unde este posibilă extrapolarea de soluţii la maşinile pentru prelucrare preliminară a lemnului.

Metoda euristică specializată în acest mod, s-a folosit în căutarea unor soluţii pentru obiective determinate ale tehnologiei lemnului, obţinîndu-se cîteva zeci de soluţii perfecţionate, dintre care 14 au fost înregistrate ca invenţii, 4 au obţinut brevete, iar 3 au fost implementate industrial.

În cele ce urmează se prezintă două dintre soluţiile găsite.

28.4.10 *O nouă soluţie de defibror pentru industria celulozei*

În principiu, un defibror, are ca element activ de bază o piatră defibroare rotativă, la care este tangent-apăsat pachetul de bîrne, cu o forţă de ordinul a sute sau chiar mii de tone, acţionarea rotirii realizîndu-se cu un electromotor de cîteva mii de kilowaţi. Soluţiile cunoscute au drept lipsuri de bază, o încărcare neuniformă pe piatra defibratoare, o complexitate a construcţiei şi o productivitate redusă.

În noua soluţie [30], dezavantajele sus menţionate sînt eliminate sau atenuate, prin faptul că axa pietrei defibratoare este amplasată vertical, iar magaziile de bîrne sînt dispuse lateral-simetric în raport cu axa (fig.28.15).

Defibrorul conţine transportoarele inferioare de avansare 1, cu apucătoare, pentru transmiterea apăsării de la bîrne către piatră, baia 2, pentru culegerea fibrelor rezultate, piatra defibratoare 3, transportoarele de avans superioare 4, acţionarea electrică 5, pentru rotaţia pietrei şi magaziile 6.

Datorită dispunerii simetrice a magaziilor de bîrne, forţele laterale de pe piatră se

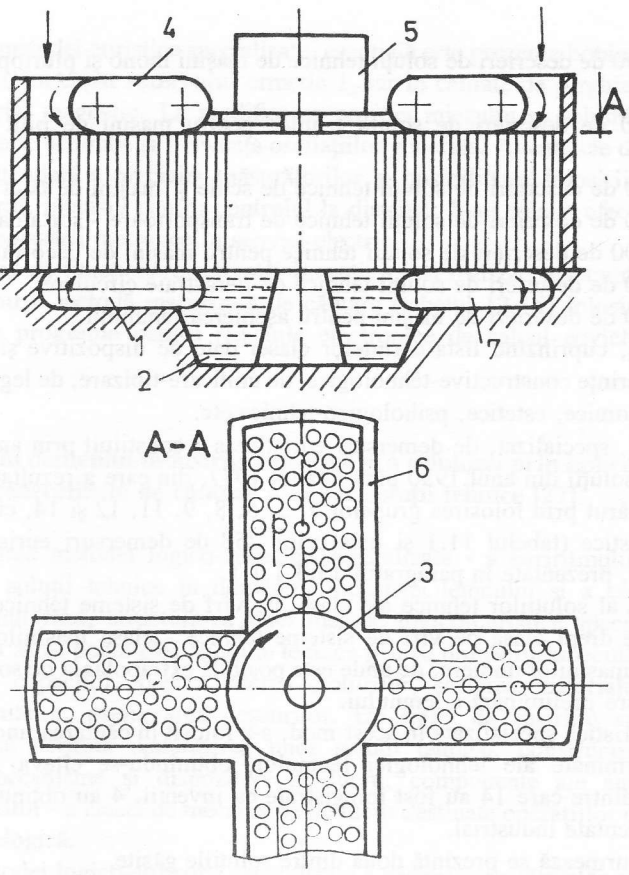


Figura 28.15

echilibrează, scade încărcarea pe osie, iar suprafaţa activă a acesteia este în mai mare măsură folosită. Pe această bază a crescut şi productivitatea de 3-4 ori, iar construcţia în ansamblu a rezultat compactă şi cu durabilitate sporită.

În rezolvarea creativă a problemei de căutare a soluţiei tehnice din acest caz, cele mai eficiente demersuri creative s-au arătat a fi demersurile de modificare a formei şi transformările spaţiale, de exemplu, demersul de trecere de la forma asimetrică la cea simetrică (demersul b_3, paragraful 13.1.1), de la poziţia orizontală a axei pietrei la poziţia verticală (demersul c_1).

28.4.2 *O nouă soluţie de dispozitiv de sortare a bîrnelor după diametru*

Soluţiile cunoscute de sortare după diametru sînt deosebit de complexe, conţinînd sisteme de urmărire hidraulice sau electronice de regulă lipsite de fiabilitate; de exemplu, transportoarele sortatoare transversale sînt prevăzute cu transmisii prin lanţ şi cu un sistem complex de deschidere-închidere a trapelor pe care cad sortimentele de lungimi şi diametre corespunzătoare, reprezentînd construcţii de dimensiuni mari, energointensive, nefiabile şi necesitînd forţă de muncă înalt calificată.

Schema noii soluţii (brevet URSS 698683) reprezentate în figura 28.16, constă în esenţă în aceea că lungimea şi diametrul sînt măsurate prin calibre acţionate de masa proprie şi care au rolul şi de transport. Pachetul de bîrne ajunge pe planşeul de recepţie 1, de unde bîrnele, individual 2, sub acţiunea greutăţii proprii ajung pe instalaţia de sortare, a cărei axe 4, sînt puse în mişcare de rotaţie de mecanismul electric de acţionare şi transmisiile prin lanţ 3.

Bîrna, pînă cînd este apucată de pîrghiile rotative 5, este rezemată pe discurile libere 6.

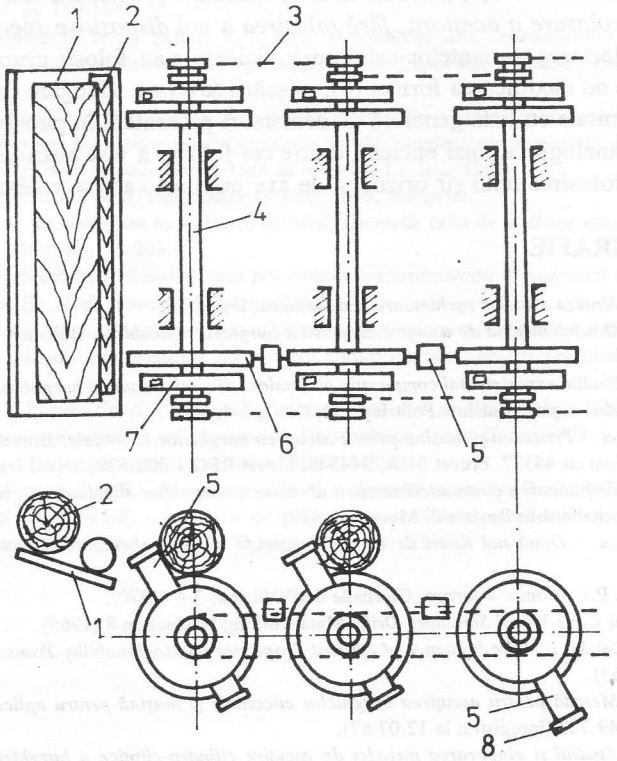


Figura 28.16

Pe măsura rotaţiei axei, se rotesc şi discurile de lucru 7, iar pîrghiile 5, prin

intermediul flanşelor 8, apucă bîrna şi o ridică pe suprafaţa discului de reazem. După parcurgerea discului de reazem pînă cînd centrul de greutate al bîrnei depăşeşte verticala axei de rotaţie a acestuia, bîrna ajunge în intervalul următor dintre discurile de reazem şi dacă distanţa dintre discuri este mai mare decît diametrul bîrnei, atunci aceasta basculează în jos, rămînînd iniţial rezemată pe opritorul 9, de unde, pe plan înclinat sau cale cu role libere, ajunge în magazia utilajului următor. Avantajele soluţiei selectate constau în simplificarea constructiv-funcţional-tehnologică de ansamblu, eliminarea sistemelor nefiabile, hidraulice şi electronice de urmărire, automatizarea integrală a procesului de sortare dimensională, fără participarea operatorului, înlocuirea frecării de lunecare prin cea de rostogolire a discurilor de reazem şi o creştere substanţială a productivităţii.

În sinteza noii soluţii, cea mai eficientă acţiune au avut-o procedurile P_6^{16} de determinare a caracterului influenţei factorilor activi asupra parametrilor obiectului, precum şi procedurile referitoare la legătura dintre mediul ambiant şi obiectul creaţiei.

Drept element variabil s-a considerat mediul de interacţiune a materialului lemnos cu calibrele măsurătoare-selectoare. În raport cu mediul s-a reuşit formularea unei soluţii tehnice de maximă eficienţă; *„mediul exterior măsoară şi sortează materialele direct, în procesul de deplasare a acestora, fără folosirea a noi dispozitive speciale"*.

Pentru selectarea variantelor celor mai eficiente s-au folosit grupele de demersuri creative legate de modificarea formei (b), mişcării (c), prin adăugare (h) şi prin analogie (n), în conformitate cu lista generală de demersuri prezentată în paragraful 11.3.1.1.

Unul din analogii cei mai eficienţi dintre cei folosiţi a fost mecanismul de sortare a cartofilor, cu folosirea unui şir orizontal de axe profilate care se rotesc sincronizat.

BIBLIOGRAFIE

1. Belous V. - *Sinteza sculelor aşchietoare*, Ed.Junimea, Iaşi, 1980
2. Belous V. - *O nouă metodă de ascuţire abrazivă a burghielor elicoidale*. Bul. Inst. Polit. Iaşi, XI (XV), 1-3, 1965.
3. Belous V. - *Studiul experimental comparativ al detalonării şi al dinamicii burghierii, cu burghie ascuţite conic şi cilindro-eliptic*. Bul.Inst.Polit.Iaşi, XI, (XV), 3-4, 1965.
4. Belous V., ş.a. - *Procedeu şi maşină pentru ascuţirea burghielor elicoidale*. Brevet şi certificat de autor 44348 combinat cu 44577, brevet SUA, 344545, brevet RFG 1.502.529, brevet francez 1.458.608.
5. Belous V. - *Simplificarea cinematicii ascuţirii abrazive a burghielor elicoidale*. Construcţia de maşini, 11 (1967); (trad. italiană în Revista di Mecanica, 429).
6. Belous V., ş.a. - *Două noi tipuri de maşini de ascuţit burghie elicoidale*. Construcţia de maşini, 12 (1967).
7. D'ANCONA P.I. - *Punte a forare*. Giornalle dell'Officina, 2-4 (1970).
8. *** - *Internal Cone Wheel Simplifies Drill*. Matalworking Production 8 (1965).
9. Henkin A., Datsko J. - *The Influence of Ohsical Properties on Machinability Trans*. of the ASME Series B, 85, 4 (1963).
10. Belous V. - *Metodă pentru ascuţirea burghielor elicoidale şi maşină pentru aplicarea acestei metode*. Brevet rom. 49.703 (înregistrat la 12.07.67).
11. Belous V. - *Studiul şi elaborarea metodei de ascuţire cilindro-eliptice a burghielor elicoidale*. Teză. Institutul Politehnic Iaşi, 1966.
12. Belous V. ş.a. - *Procedeu şi maşină pentru ascuţirea burghielor elicoidale după suprafeţe cilindro-eliptice*. Brevet şi certificat de autor 53.622.
13. Solnţeva T.E. *Analiza metodelor moderne de ascuţire a burghielor elicoidale*. Bul. constr. de maşini, 6,

56-65 (1959) (trad.I.D.T).
14. Belous V.- *Novîi sposob ţilindro-eliptceskoi zatociki vintovîh sverl.* Bul.Inst.Polit.Iaşi, XVI (XX), 3-4 (1970).
15. Belous V.- *Cercetări asupra ascuţirilor cilindro-eliptice multiple şi cilindro-hiperbolice a sculelor aşchietoare.* Comunicările conferinţei din domeniul proceselor şi utilajelor de prelucrare la rece, Inst. Polit. Timişoara, 59-67 (1970).
16. Belous V., Gojineţchi N., Botezan N., Taraşi P. şi Gherghjel N. - *Cercetări teoretico-experimentale asupra optimizării geometriei feţei de aşezare şi a realizării acesteia.* Construcţia de maşini nr.2, 1974.
17. Belous V., Gojineţchi N., Pavel V., Prepeliuc Gh., Taraşi P. şi Botezan H. - *Maşina ELBITOR,* Construcţia de maşini nr.1, 1974.
18. Caşler Gh., Belous V., Cozmîncă M., Plăhteanu B. şi Ailenei D. - *Cercetări experimentale asupra durabilităţii burghielor elicoidale.* Bul.I.P.Iaşi, 1976, fac.1-2.
19. Belous V. şi Gojineţchi N. - *Zweisetiges zylindrische-elliptisches Schleifer von spanabhebenden werkzeugen* - Bul.I.P.Iaşi, fasc.3-4, 1973.
20. Caşler Gh., Gojineţchi N. şi Belous V. - *Influienţa erorilor de poziţionare a burghielor elicoidale asupra unor parametri geometrici ai feţei de aşezare obişnuite prin ascuţire cilindro-eliptică dublă,* Bul.I.P.Iaşi, fasc. 3-4, 1974.
21. Belous V. - *Cercetări asupra optimizării generării suprafeţelor sub aspectul simplificării cinematice.* Lucr. I.M.Nicolina şi I.P.Iaşi, Rotaprint, 1974, pp.69-78.
22. Belous V., Gojineţchi N., Botezan M., Taraşi P. şi Bojtor O. - *Asupra unor probleme privind reglarea, controlul şi recepţia maşinilor de ascuţit burghie elicoidale ELBITOR.* Lucr. I.M.Nicolina şi I.P.Iaşi, Rotaprint, 1974, pp.159-167.
23. Caşler Gh., Gojineţchi N. şi Belous V. - *Eine Theoretische und experimentale Untersuchung der Geometrie der Freiwinkel Faschen der Spiralbohrer mit Doppelten Ellipsenzy-Lindermantel-schlieff.* Bul.I.P.Iaşi, tom. XXII, fasc.3-4, 1976.
24. Gojineţchi N. - *Contribuţii la concepţia, proiectarea, construcţia şi exploatarea dispozitivelor cu elemente de aşezare şi strîngere prismatice, pentru prinderea burghielor elicoidale pe maşinile de ascuţit construite după procedeele cilindro-eliptice duble.* Teză de doctorat. I.P.Iaşi, 1974.
25. Oancea N. - *Teză de doctorat.* Universitatea Galaţi, 1976, Rotaprint.
26. Tudose Z. Radu - *Creativitatea în ingineria chimică. Lucrările celui de al II-lea simpozion Naţioinal de Inventică.* Iaşi, 1986, pp.198-203.
27. Polovinkin A.I. şi colab. - *Avtomatizaţia poiscovovo konstruirovania (iskustevenîi intelect v maşinom proiectirovanii).* Ed. Radio i sveazi, Moskova,1981.
28. Mazurkin P.M. - *Metodica razrabotki spiţializirovanovo evriticescovo algoritma poiska novîh reşenii v lesnoi tehnike.* În vol. Avtomatizaţia poiscovovo konstruirovania. Ed.Marknigoizdat iuşkarola 1978, pp.35-38.
29. Mazurkin P.M., Polovinkin A.I. - *Metodica restrospectivnovo analiza evoluţii lesnoi tehniki. În vol. Avtomatizaţia konstruirovania v priborostroenii.* Universitatea de stat Gorkii 1978, pp.121-131.
30. Mazurkin P.M. - *Defibrator orizontal.* Brevet URSS 294892.
31. Trubnikov Iu.M. şi Minin I.B. - *Metoda de măsură a cîmpului magnetic,* Brevet URSS 373669.
32. Sobolev A.N. şi Sosnikov I.P. - *Traductor de inducţie a impulsului magnetic.* Brevet URSS 558234.
33. Belous V. - *Manualul inventatorului.* Ed.Tehnică, Bucureşti, 1990.

ANEXA 1

FONDUL INTERDISCIPLINAR DE DEMERSURI CREATIVE

a. *Modificările cantitative*

a.1. Modificarea radicală (de cîteva, de zeci sau de sute de ori a parametrilor sau atributelor obiectului).

a.2. Mărirea sau micşorarea numărului de elemente asemănătoare.

a.3. Modificarea numărului elementelor care acţionează, care prelucrează sau sînt prelucrate simultan.

a.4. Modificarea gabariturilor, volumului sau lungimii obiectului (elementului) la trecerea acestuia în stare activă sau invers.

a.5. Realizarea de cumulări de piese, substanţe, energie, semifabricate etc.

a.6. Cumularea de doze mici pînă la obţinerea mărimii dorite.

a.7. Modificarea gradului de concasare a obiectului.

a.8. Mărirea eficacităţii acţiunii prin folosirea în serie a grupelor de obiecte sau de elemente omoloage.

a.9. Renunţarea la înalta precizie sau la înalta stabilitate a parametrilor.

a.10. Acceptarea unor diminuări neînsemnate a efectului căutat.

a.11. Acceptarea ideii unor modificări pozitive minore.

a.12. Modificarea factorilor negativi în aşa măsură încît aceştia să înceteze să mai fie negativi.

a.13. Realizarea unui ansamblu de valori optimale ale parametrilor obiectului, elementelor sale sau ale mediului înconjurător.

a.14. Realizarea alegerii automate a valorilor optime ale parametrilor în procesul de lucru al obiectului sau la diverse acţiuni ale mediului înconjurător. a.15. Unificarea parametrilor liniari sau ai altor parametri ai obiectului sau elementelor.

b. *Modificarea formei obiectului sau elementelor sale*

b.1. Modificarea formei prin torsionare sau încovoiere, prin folosirea formelor eliptice, elicoidale, hiperboloidale etc.

b.2. Realizarea în obiect sau în elementele acestuia, de găuri sau goluri sau invers - eliminarea acestora.

b.3. Trecerea de la o formă sau structură simetrică, la o formă sau structură asimetrică sau invers.

b.4. Trecerea de la elemente rectilinii, plane, poligonale (în special în zonele de racordare) la forme curbilinii, sferice etc. sau invers.

b.5. Imprimarea unei forme convexe obiectului sau elementelor sale aflate sub sarcină.

b.6. Folosirea modificărilor periodice ale formei în spaţiu sau în timp.

b.7. Transformarea formei dintr-una obişnuită într-una neobişnuită sau invers.

b.8. Modificarea formei luînd în consideraţie micşorarea suprafeţei sau spaţiului inactiv.

b.9. Compensarea formei nedorite prin combinarea acesteia cu o formă contrară.

b.10. Execuţia obiectului sau elementului în forma: - altui obiect sau element tehnic avînd destinaţii analoage; - a unui animal, plantă sau organ a acestora; - a omului sau a organelor sale; - a altui obiect tehnic, care are o cu totul altă destinaţie, a unui animal sau a unei plante, în scopul elaborării unei reprezentări metaforice.

b.11. De făcut obiectul sau elementul adaptabil la forma omului sau a organelor sale.

b.12. Folosirea în condiţii analoage de lucru a principiilor naturale de generare a formei în natura vie şi nevie.

b.13. Modificarea formei obiectelor mediului cu ajutorul demersurilor precedente.

b.14. De realizat alegerea formei optimale după un criteriu dat de calitate. De exemplu în scopul economiei de material, folosirea principiului egalei rezistenţe sau a creşterii rezistenţei la oboseală, aerodinamizarea şi hidrodinamizarea etc.

b.15. Asigurarea (prevederea) modificării variaţiei formei ca reacţie a modificării condiţiilor externe de mediu sau a condiţiilor de lucru (de asigurat autoreglarea).

c. *Modificări în spaţiu*

c.1. Schimbarea orientării tradiţionale a obiectului sau elementului în spaţiu printr-o orientare inversă, de exemplu: - poziţia orizontală într-una verticală sau înclinată; - amplasare laterală; - inversare pe verticală (cu capul în jos); - rotire în jurul axei proprii.

c.2. Folosirea spaţiului liber dintre elementele obiectului.

c.3. Reunirea obiectelor prin amplasarea unuia în interiorul celuilalt.

c.4. Modificarea amplasării elementelor pe o singură linie în amplasarea pe mai multe linii sau pe un plan sau invers.

c.5. De schimbat amplasarea pe plan prin amplasarea pe cîteva plane sau în spaţiu tridimensional; de trecut de la o compoziţie unietajată la o compoziţie multietajată şi invers.

c.6. Modificarea direcţiei acţiunii forţei de lucru sau a mediului.

c.7. Trecerea de la contactul punctiform la contactul liniar; de la contactul liniar la contactul pe suprafaţa; de la contactul plan la contactul spaţial şi invers.

c.8. Realizarea îmbinării după mai multe suprafeţe.

c.9. Apropierea organelor active ale obiectului de locul efectuării funcţiilor acestora, fără deplasarea obiectului propriu-zis.

c.10. Amplasarea obiectelor astfel încît acestea să intre în acţiune dintr-o poziţie favorabilă şi fără consumuri suplimentare de timp.

c.11. Readucerea obiectului (elementului) în poziţie iniţială.

c.12. Fragmentarea obiectului în părţi, astfel încît fiecare dintre acestea să se apropie de locul său de acţiune şi unde prezenţa sa este strict necesară.

c.13. Fragmentarea obiectului în două părţi - una cu volum mare şi alta cu volum mic; amplasarea părţii voluminoase în afara limitelor care mărginesc volumul de bază.

c.14. Transferarea elementelor supuse acţiunii factorilor nocivi în afara limitelor de acţiune a acestora.

c.15. Transferarea obiectului sau elementului într-un alt mediu care exclude acţiunea factorilor nocivi.

c.16. Ieşirea din limitele spaţiale sau de gabarit tradiţionale.

c.17. Schimbarea între ele a locului elementelor opuse şi a altor elemente.

c.18. Întinderea sau lăţirea obiectului, îndepărtînd sau apropiind elementele între ele.

c.19. Localizarea dispunerii grupelor de elemente în spaţiu şi invers (dispersia).

c.20. Modificarea substanţială a structurii elementelor, prin schimbarea acesteia sau prin amplasarea elementelor într-o altă ordine.

c.21. Asigurarea obiectului cu capacitatea de schimbarea a structurii elementelor sub acţiunea mediului sau ca urmare a schimbării condiţiilor de lucru. c.22. Realizarea structurii optimale a dispunerii elementelor sau orientarea optimală a obiectului în spaţiu.

d. *Modificări în timp*

d.1. Modificarea timpului de funcţionare sau de existenţă a obiectului sau elementului. Extinderea sau comprimarea în timp a acţiunii acestora; accelerarea sau decelerarea proceselor de materializare a operaţiilor.

d.2. Realizarea acţiunilor necesare pînă la începerea lucrului şi încetarea acestora după terminarea acestuia.

d.3. Transferarea acţiunii într-un alt timp.

d.4. Trecerea de la un flux de energie continuă sau de la un proces continuu, la unul periodic sau prin impulsuri şi invers.

d.5. Dacă acţiunea este periodică, de schimbat periodicitatea.

d.6. Trecerea de la un regim constant la unul variabil şi invers.

d.7. Trecerea de la un cîmp fizic fix la unul variabil în timp şi invers.

d.8. De transformat un proces sau acţiune asincronă într-una sincronă şi invers.

d.9. Modificarea ordinii operaţiilor.

d.10. Trecerea de la operaţii serie la operaţii paralel şi invers.

d.11. Comasarea proceselor tehnologice sau operaţiilor. Reunirea operaţiilor de acelaşi gen sau înrudite sau invers.

d.12. Asigurarea modificării caracteristicilor obiectului (masă, gabarit, viteza, temperatură, stare de agregare etc.) funcţie de etapa procesului sau funcţie de schimbarea regimului.

e. *Modificarea mişcării*

e.1. Modificarea direcţiei mişcării.

e.2. Trecerea de la mişcarea rectilinie la mişcarea de rotaţie şi invers.

e.3. Trecerea mişcării rectilinie alternative în mişcare de rotaţie şi invers.

e.4. Modificarea substanţială a direcţiei mişcării, inclusiv în cea opusă.

e.5. Modificarea traiectoriei complexe tradiţionale într-o traiectorie rectilinie sau circulară şi invers.

e.6. De modificat numărul de grade de libertate ale mişcării: - mişcarea după o dreaptă în mişcare în plan; - mişcarea în plan într-o mişcare în spaţiu; - mişcarea după o linie în mişcarea după cîteva linii; - mişcarea după un plan într-o mişcare în mai multe plane şi invers.

e.7. Fragmentarea obiectului în două părţi - una grea şi alta uşoară; imprimarea mişcării numai părţii uşoare.

e.8. Modificarea condiţiilor de lucru astfel încît obiectul prelucrat să nu fie necesar a fi ridicat sau coborît.

e.9. Eliminarea curselor în gol.

e.10. Trecerea de la cîmpul fizic fix la cel mobil şi invers.

e.11. Modificarea caracterului legăturii funcţionale dintre elemente, mărind gradul de libertate a deplasării unora în raport cu altele şi invers.

e.12. Fragmentarea obiectului în părţi capabile a se deplasa una în raport cu cealaltă.

e.13. Transformarea obiectului sau elementul fix într-unul mobil sau asigurarea deplasării elementului în obiect şi invers.

e.14. Transformarea elementelor deplasabile în elemente fixe şi invers.

e.15. Transformarea obiectului sau elementului în obiect sau element oscilant şi invers.

e.16. Modificarea condiţiilor de lucru astfel încît momentele periculoase sau nocive să se petreacă cu viteze mari şi invers.

e.17. Imprimarea obiectului sau elementului ale unei mişcări analoage mişcării organelor omului sau animalelor.

e.18. Alegerea caracteristicilor optimale ale mişcării (folosind eventual pachete de programe de optimizare).

f. *Modificarea materialului obiectului sau a elementelor sale*

f.1. Elementul analizat şi cele cu care este interconex să fie executate din acelaşi material sau cu proprietăţi apropiate şi invers.

f.2. De executat elementul sau suprafeţele din material poros.

f.3. Trecerea de la materiale omogene la materiale compozite şi invers.

f.4. Asigurarea transluciditătii obiectului sau elementului şi invers.

f.5. Divizarea obiectului şi elementului în părţi, astfel încît fiecare din acestea să poată fi executată dintr-un material mai adecvat.

f.6. Eliminarea materialului suplimentar fără rol funcţional.

f.7. Pentru urmărirea obiectelor sau proceselor rău vizibile să se folosească adaosuri vizibile, viu colorate, atomii marcaţi etc.

f.8. Modificarea calităţilor superficiale ale obiectului sau elementului; întărirea superficială; neutralizarea superficială etc.

f.9. Execuţia părţii rigide dintr-un material care permite modificarea formei în timpul lucrului; în locul construcţiilor rigide spaţiale să se folosească pînze subţiri elastice şi invers.

f.10. Modificarea calităţilor fizice ale materialului.

f.11. Schimbarea unor obiecte ale mediului în obiecte cu alte calităţi fizico-mecanice şi chimice.

f.12. Folosirea altui material; de folosit unul mai ieftin, unul mai nou, de schimbat materialul tradiţional printr-unul echivalent.

f.13. De adăugat un nou ingredient sau de schimbat ingredienţii.

f.14. Folosirea de piese din materiale durificabile.

f.15. Executarea elementelor din materiale diferenţiate în conformitate cu efectul căutat (de exemplu cu coeficienţi de dilatare termică diferiţi, cu rezistenţă la uzură diferită etc.).

f.16. Înlocuirea părţilor dure cu părţi fluide sau gazoase (gonflabile, cu conţinut hidraulic, perne pneumatice, hidroreactive etc.) şi invers.

f.17. Alegerea calităţilor fizice optime ale materialelor (folosind pachete de programe de optimizare).

f.18. Folosirea unui material cu caracteristici variabile în timp (rigiditate, transluciditate etc.).

f.19. Asigurarea caracteristicilor optimale în diferitele momente sau etape ale lucrului.

g. *Modificarea prin eliminare*

g.1. Eliminarea suprafeţelor în frecare, în primul rînd de pe corpurile pieselor.

g.2. Eliminarea elementului celui mai încărcat.

g.3. Eliminarea slăbirilor locale.

g.4. Autoeliminarea elementului care şi-a epuizat rolul (prin decuplare, ardere, dizolvare, vaporizare etc.).

g.5. Eliminarea timpilor inutili sau dăunători.

g.6. Eliminarea activităţilor de selectare, rodaj, reglare,verificare a organelor şi subansamblelor la montaj.

g.7. Separarea amestecurilor nocive sau nedorite de substanţa dată.

g.8. Separarea în obiect a calităţii nocive sau a elementului dăunător şi izolarea sau influenţarea locală pozitivă a acestuia.

g.9. Eliminarea din obiect a unui element şi a funcţiei sale.

g.10. Micşorarea numărului de funcţii ale obiectului şi specializarea acestuia corespunzător numai funcţiilor şi cerinţelor rămase.

g.11. Eliminarea unui element păstrînd toate funcţiile obiectului. Realizarea polifuncţionalităţii unui element şi eliminarea pe această bază a altor elemente.

g.12. Eliminarea unor obiecte şi factori ai mediului.

g.13. Lichidarea factorilor nocivi pe baza unor elemente care au altă destinaţie.

g.14. Eliminarea factorului nociv prin asocierea acestuia cu un alt factor nociv.

g.15. Eliminarea elementelor suplimentare, prin modificarea la nevoie, a

caracterului asamblării între celelalte elemente, chiar printr-o oarecare scădere a efectului.

g.16. Renunţarea la folosirea elementelor standardizate şi tipizate.

h. *Modificări prin adăugare*

h.1. Asigurarea avansului automat al lubrifiantului către suprafeţele în frecare.

h.2. Asocierea la obiect a unui nou element sub forma unei legături rigide sau articulate (tijă, pînză subţire, ţeavă etc.) care se află în mediul de lucru în contact cu acesta.

h.3. Compensarea masei obiectului prin unirea acestuia cu un element sau obiect asigurat cu o forţa ascensională.

h.4. Izolarea obiectului sau elementului de mediul exterior cu ajutorul unor pînze subţiri. Introducerea obiectului într-un înveliş subţire.

h.5. Asigurarea restabilirii dimensiunilor elementelor care se consumă în procesul de lucru.

h.6. Asocierea cu obiectul de bază a unor obiecte sau elemente specializate.

h.7. Execuţia operaţiilor sau fabricarea obiectului să se realizeze cu folosirea unor scule sau utilaje specializate.

h.8. Introducerea unor elemente care să asigure montajul obiectului numai în poziţii corecte.

h.9. Asigurarea unei noi proprietăţi obiectului; asigurarea plutirii, ermetizării, autorestabilirii, transluciditătii etc.

h.10. Transformarea obiectului sau elementului în obiect sau element autoregenerabil sau autoreglabil.

h.11. Folosirea organelor sau elementelor intermediare pentru transmiterea energiei, forţei, masei etc.

h.12. Adăugarea la efectul negativ a unui efect invers.

h.13. Adăugarea unor elemente ergonomice; asigurarea condiţiilor ca obiectul să determine emoţii pozitive.

h.14. Transformarea elementelor în elemente interschimbabile.

h.15. Asigurarea tipizării şı normalizării complexe a elementelor.

i. *Modificări prin înlocuire*

i.1. Înlocuirea încovoierii prin întindere sau compresie.

i.2. Înlocuirea frecării de alunecare prin frecarea de rostogolire şi invers.

i.3. Înlocuirea prelucrării prin aşchiere prin prelucrarea prin deformare plastică.

i.4. Înlocuirea montajului în serie a elementelor cu montajul în paralel sau combinat şi invers.

i.5. Înlocuirea mediului tradiţional atmosferic; analizarea posibilităţii folosirii vidului, a mediului inert, acvatic, cosmic sau a unui alt mediu şi a utilizării lor efective.

i.6. Înlocuirea obiectelor sau elementelor prin imaginile lor „în oglindă"; schimbarea scării imaginii. Trecerea de la copiile optice vizibile la cele infraroşii, ultraviolete etc.

i.7. Înlocuirea unui obiect inaccesibil, complex, scump, incomod sau fragil, printr-o copie model sau machetă simplificată şi ieftină a acestuia.

i.8. Înlocuirea legăturii (a metodei şi a mijloacelor de îmbinare) între elemente rigide, printr-una elastică şi invers.

i.9. Înlocuirea modului de fixare a obiectului sau elementului prin altul opus.

i.10. Înlocuirea unui element neuzabil, dar scump printr-un element rezonabil, uzabil, dar ieftin.

i.11. Înlocuirea unor mărimi fizice prin altele.

i.12. Asigurarea legăturii inverse prin intermediul altor mărimi.

i.13. Schimbarea analogului sau modelului obiectului.

i.14. Înlocuirea în obiect a sursei de energie, a tipului acţionării, a culorii etc.

i.15. Înlocuirea schemei mecanice printr-una electrică, termică, optică sau electronică.

i.16. Înlocuirea construcţiei sau subansamblului cu unul echivalent.

i.17. Înlocuirea obiectului sau elementului cu unul mai simplu.

i.18. Înlocuirea obiectului sau elementului printr-unul analog din punctul de vedere al destinaţiei şi funcţional.

i.19. Înlocuirea acţiunii comandate de condiţiile de lucru printr-o acţiune inversă (de exemplu, în locul răcirii obiectului - încălzirea acestuia).

i.20. Înlocuirea principiului de acţiune, a procesului etc. tradiţionale prin cele diametral opuse.

i.21. Înlocuirea principiului de lucru al obiectului sau elementului printr-unul echivalent. Folosirea unui alt principiu de lucru.

i.22. Înlocuirea cîtorva obiecte specializate printr-unul universal şi invers.

i.23. Înlocuirea elementelor eterogene ca material şi formă printr-unul unificat.

i.24. Înlocuirea cîtorva elemente omogene printr-unul standard.

j. *Diferenţierea*

j.1. Divizarea fluxurilor (de masă, de energie, informaţie etc.) în două sau în cîteva filoane.

j.2. Divizarea în părţi a obiectului în vrac, sub formă de fluid sau sub formă gazoasă.

j.3. Executarea suprafeţelor de frecare din părţi separate, uşor demontabile.

j.4. Asigurarea demontabilităţii elementelor (uşurarea separării acestora).

j.5. Folosirea unor construcţii extensibile, din elemente deplasabile în spaţiu unul în raport cu celălalt.

j.6. Divizarea unei forţe complexe, astfel încît pentru fiecare componentă să existe cîte un element separat care s-o preia sau cîte o acţionare proprie.

j.7. Realizarea autonomiei comenzii şi acţionării ei pentru fiecare element.

j.8. Concasarea obiectului întreg convenţional în elemente cu funcţii analoage şi invers.

j.9. Divizarea obiectului în părţi şi apoi executarea, fabricarea şi montarea acestora.

j.10. Divizarea obiectului în părţi egale astfel încît acestea să poată fi schimbate la schimbarea regimului de lucru.

j.11. Divizarea procesului tehnologic în cîteva etape, operaţii sau elemente specializate.

j.12. Divizarea obiectului într-o parte fierbinte şi una rece însoţită de izolarea acestora.

j.13. Folosirea principiului specializării obiectelor în ansamblu.

j.14. Divizarea funcţiilor obiectului; elemente diferite ale obiectului să îndeplinească funcţii diferite.

j.15. Conceperea obiectului ca o construcţie compusă. Executarea acestuia din elemente separate.

j.16. Divizarea obiectului în secţiuni şi executarea acestuia secţional-celular.

j.17. Imprimarea obiectului a unei structuri-bloc; fiecare bloc să realizeze o funcţie de sine stătătoare.

j.18. Separarea în obiect a elementului celui mai necesar (a calităţii celei mai necesare) şi amplificarea sau îmbunătăţirea condiţiilor de lucru ale acestuia.

j.19. Micşorarea interconexiuniii elementelor - micşorarea forţei de legătură dintre acestea; divizarea obiectului în părţi şi reunirea acestora prin legături elastice; divizarea obiectului în părţi independente.

j.20. Trecerea de la o structură omogenă a obiectului sau a mediului exterior la una neomogenă. Trecerea de la un cîmp omogen la un cîmp cu o anumită structură.

j.21. Divizarea obiectului sau elementului în secţiuni egale şi realizarea unificării şi tipizării acestora.

j.22. Divizarea familiei (mulţimii) de obiecte înrudite, astfel încît să devină posibilă execuţia acestora din elemente standardizate sau tipizate.

k. *Integrarea*

k.1. Reunirea organelor de comandă şi a celor de control într-un singur bloc.

k.2. Reunirea elementelor într-un corp sau batiu comun.

k.3. Reunirea în paralel a maşinilor şi agregatelor pentru creşterea puterii pe ansamblu şi a productivităţii.

k.4. Unificarea acţionării comenzii, surselor energetice sau alimentării.

k.5. Reunirea obiectelor (elementelor) analoage prin cuplarea în serie a acestora la elementul filiform care le leagă.

k.6. Realizarea obiectului în construcţie monobloc - dintr-o bucată.

k.7. Reunirea micromodulelor. Montaj din elemente modulate.

k.8. Reunirea obiectelor omogene sau a celor destinate efectuării unor operaţii veçine.

k.9. Folosirea, simultan, a două sau mai multe obiecte unitip, cu caracteristici cantitative diferite, pentru obţinerea unui efect calitativ nou.

k.10. Reunirea într-un ansamblu a obiectelor sau elementelor care au destinaţii determinate şi care se păstrează şi după reunirea acestora în noul complex.

k.11. Realizarea de obiecte prin reunirea a două sau mai multe elemente cu destinaţii determinate, astfel încît parţial sau integral unul să fie cuprins în altul.

k.12. Folosirea principiului agregării. Realizarea unei construcţii de bază pe care să se amplaseze diferite organe, subansamble şi agregate de lucru.

k.13. Realizarea unei calităţi locale; realizarea concentrării locale de forţe, de tensiuni, de deformaţii etc.

k.14. Reunirea elementelor, organelor şi subansamblelor standardizate şi tipizate.

k.15. Comasarea sau reunirea unor obiecte clar divergente, prin eliminarea contradicţiilor.

k.16. Realizarea simbiozei obiectului cu omul sau cu un organism viu.

l. *Folosirea mijloacelor profilactive*

l.1. Prevederea unor acoperiri şi protecţii a elementelor uşor vulnerabile.

l.2. Prevederea unor dispozitive de protecţie sau de blocare.

l.3. Divizarea obiectului fragil-vulnerabil în părţi distincte demontabile.

l.4. Execuţia demontabilă a obiectului în ansamblu sau a elementelor, astfel încît să devină posibilă înlocuirea operativă a părţii afectate.

l.5. Pentru micşorarea timpului întreruperilor şi creşterea fiabilităţii, să se elaboreze o rezervă utilizabilă operativ de organe sau elemente de lucru. Prevederea în părţile de mare răspundere ale obiectului a elementelor duble. Realizarea redundanţei.

l.6. Protecţia elementului faţă de mediul agresiv.

l.7. Protecţia obiectului sau elementului faţă de cîmpul electrostatic sau faţă de alt cîmp nociv.

l.8. Ecranarea obiectului.

l.9. Imprimarea prealabilă a unei tensiuni contrare tensiunilor nefavorabile din timpul lucrului.

l.10. Imprimarea prealabilă a unor modificării a elementelor contrare, cu cele nedorite, care apar în procesul de lucru.

l.11. Imprimarea prealabilă a modificărilor necesare ale obiectului.

l.12. Separarea fizică a porţiunilor deformabile ale obiectului sau elementului.

l.13. Imprimarea unor posibilităţi de rezervă pentru elementul principal (motor, generator, construcţie portantă etc.) care poate suporta o evoluţie sau modernizare progresivă.

l.14. Prevederea compensării erorilor de execuţie la fabricarea obiectului.

l.15. Divizarea obiectului în părţi, astfel încît la ieşirea din funcţie a unui element, obiectul în ansamblu să-şi păstreze capacitatea de lucru.

l.16. Pentru creşterea fiabilităţii să se prevadă mijloace operative de eliminare a avariei.

l.17. Folosirea principiului reducerii încărcării.

l.18. Prin modelare (mintală, matematică, fizică etc.) şi acceptare a diverselor stări de avarie, după care obiectul este prevăzut cu elemente constructive care să elimine cauzele apariţiei avariilor.

m. *Folosirea rezervelor*

m.1. Folosirea greutăţii obiectului sau a elementului sau a altor forţe care apar periodic pentru obţinerea unui obiectiv suplimentar.

m.2. Folosirea forţei picioarelor sau a altui organ al corpului.

m.3. Admiterea unor factori sau fenomene care, de regulă, se consideră inadmisibile; în cazuri extreme să se asigure unele acţiuni compensatoare.

m.4. Folosirea pauzelor între impulsuri sau între acţiunile periodice pentru materializarea altei acţiuni.

m.5. Compensarea consumului mare de energie prin obţinerea unor efecte suplimentare.

m.6. Lărgirea nomenclatorului pieselor prelucrate; folosirea prelucrării în grup.

m.7. Obiectul sau elementul să lucreze pe rînd în cîteva locuri diferite.

m.8. Folosirea fluxurilor optice (sau a altor particule) care cad pe suprafeţele existente sau pe cele suplimentare.

m.9. Mărirea numărului funcţiilor obiectului sau ale elementului, îndeplinite secvenţial sau simultan.

m.10. Asigurarea lucrului continuu a obiectului sau elementului, fără curse în gol, fără timpi morţi. Elementele obiectului să lucreze tot timpul încărcate egal.

m.11. Asigurarea autodeservirii; obiectul să execute nu numai lucrări de bază, ci să se autodeservească, executînd operaţii ajutătoare şi de reparaţii.

m.12. Elementul care şi-a îndeplinit funcţia sau care a devenit neutilizabil (energie, apă numai la 40-50°) să fie folosite eficient sau prin transformări (pompe de căldură) în alte scopuri.

m.13. Folosirea factorilor nocivi, în particular şi a celor atmosferici, pentru obţinerea unui efect pozitiv.

m.14. Transformarea cauzei în efect şi invers.

m.15. După perfecţionarea constructivă a unui element, să se treacă la determinarea modificărilor necesare a celorlalte elemente, astfel încît eficienţa obiectului în ansamblu să crească suplimentar.

n. *Transformări analogice*

n.1. Folosirea obiectului în aceleaşi scopuri dar într-un alt domeniu al tehnicii.

n.2. Folosirea principiului natural al reperabilităţii (fagurii, frunzele, celulele, cristalele etc.).

n.3. Analizarea posibilităţilor copierii.

n.4. Folosirea soluţiei analoge existente: - într-un domeniu avansat al tehnicii sau la obiectele tehnice mai vechi; - în natura nevie (fizică, chimie, geologie etc.); - în organismele vii contemporane sau preistorice; în economie sau în viaţa socială a oamenilor; - în literatura ştiinţifico-fanatastică. De răspuns la întrebarea cum se rezolvă astfel de probleme în domeniile specificate. Extrapolarea în obiectul propriu a elementului analog. Realizarea unei compoziţii, structuri, principiu de acţiune etc. analoge.

n.5. Folosirea analogiei proprietăţilor altor obiecte.

n.6. Folosirea principiului imitaţiei, concretizat în elaborarea unor astfel de obiecte, care după formă, culoare, aspect exterior sînt analoge altui obiect, dar diferă de acesta printr-o serie de alte proprietăţi.

n.7. Realizarea obiectului după analogia cu un element de maximă importanţă a unui alt obiect şi invers.

n.8. Folosirea unor substanţe sau elemente analoge fermenţilor.

n.9. Folosirea empatiei, prin substituirea inventatorului cu obiectul sau elementul şi pe această bază, găsirea unei soluţii mai adecvate.

n.10. Adaptarea construcţiilor naturale pentru scopuri tehnice.

n.11. Folosirea analogiei funcţiilor şi comportării altor obiecte.

n.12. Verificarea modului cum se rezolvă problemele în ordine inversă.

o *Combinarea şi sinteza complexă*

o.1. Gigantizarea obiectului şi găsirea unui nou domeniu de aplicare şi invers - miniaturizarea.

o.2. Folosirea posibilităţii diverselor instalaţii energetice şi a tipurilor de energie şi a combinaţiilor acestora.

o.3. Elaborarea obiectelor sau maşinilor prin folosirea elementelor tipizate (agregate), care reprezintă subansamble autonome montabile în cantităţi şi combinaţii diferite pe un batiu comun.

o.4. Folosirea obiectului de bază, a elementelor sale de bază pentru sintetizarea unor obiecte de destinaţie diferenţiată apropiată sau diferită ca proces de lucru.

o.5. Combinarea elementelor universale pentru realizarea unor funcţii diferite-noi.

o.6. Combinarea secţiunilor subansamblelor, blocurilor, agregatelor, a elementelor universale, a stărilor tranzitorii.

o.7. Compactizarea obiectului; modificarea constructivă care să asigure portabilitatea.

o.8. Elaborarea complexelor sau garniturilor.

o.9. Combinarea indicilor distractivi şi a calităţii obiectului sau a ideilor tehnice.

o.10. Combinarea diferitelor principii de acţionare.

o.11. Transformarea obiectului, adaptîndu-l altor condiţii de lucru, altor operaţii, altor producţii, fără modificarea construcţiei de bază.

o.12. Folosirea în calitate de prototip a obiectului căutat a obiectelor naturii, a obiectelor din alte domenii ale tehnicii sau a jucăriilor.

o.13. Elaborarea obiectului tehnic care modelează un organism viu.

o.14. Folosirea posibilităţilor utilizării diferitelor efecte fizice şi a combinaţiilor acestora.

o.15. Transformarea obiectului unifuncţional în altul polifuncţional; combinarea funcţiilor sau a scopurilor.

o.16. Folosirea unui obiect cunoscut într-un scop nou; folosirea unui obiect cunoscut pentru un alt domeniu, precedată de modificarea funcţiilor sale.

o.17. Imaginarea unei noi funcţii pentru un obiect cunoscut. Găsirea unui nou domeniu sau a unui nou mod de folosire a obiectului.

o.18. Imaginarea unei noi funcţii, a cărei realizare tehnică să conducă la îmbunătăţiri substanţiale ale muncii şi vieţii omului.

o.19. Sintetizarea unei construcţii ideale şi transformarea treptată a acesteia într-una reală.

o.20. Găsirea unei noi aplicaţii inverse a ideilor depistate.

o.21. Folosirea principiului concasării necesităţi'or sociale în cîteva subnecesităţi şi elaborarea obiectelor tehnice pentru satisfacerea fiecăreia în parte.

ANEXA 2

PROCEDURILE FOLOSITE ÎN CADRUL ETAPELOR ALGORITMULUI GENERAL AL CĂUTĂRILOR CREATIVE

În cadrul celor 17 etape se pot folosi selecţii dintr-un fond general de 180 de proceduri de bază: P_1^1 - determinarea necesităţii sociale de bază care trebuie satisfăcută prin rezolvarea problemei; P_1^2 - divizarea necesităţii sociale de bază în părţi; P_1^3 - evidenţierea necesităţilor sociale particulare, ale căror satisfacere este de mare actualitate în prezent sau în viitorul apropiat; P_1^4 - determinarea gradului de neconcordanţă dintre posibilităţile soluţiei tehnice existente şi cerinţele faţă de aceasta; P_1^5 - determinarea oportunităţii problemei; P_1^6 - verificarea faptului dacă necesităţile sociale îşi vor păstra actualitatea şi după data posibilă a implementării soluţiei; P_1^7 - elaborarea listingului deficienţelor sistemelor tehnice actuale; P_2^1 - determinarea scopului tehnic al rezolvării problemei; P_2^2 - determinarea scopului economic al rezolvării problemei; P_2^3 - determinarea indicatorului tehnico-economic principal care trebuie îmbunătăţit; P_2^4 - determinarea scopului final al rezolvării problemei şi formularea acestuia; P_2^5 - determinarea , în cazul a mai multor scopuri, a posibilităţii combinării acestora; P_2^6 - studierea şi clasificarea scopurilor; P_2^7 - determinarea cantitativă a scopurilor; P_2^8 - determinarea condiţiilor care permit atingerea scopurilor; P_3^1 - cunoaşterea problemei aşa cum este aceasta dată; P_3^2 - studiul istoriei apariţiei problemei; P_3^3 - stabilirea atributelor false ale problemei; P_3^4 - evidenţierea cauzelor apariţiei problemei; P_3^5 - studierea posibilităţii lichidării situaţiei problematice prin eliminarea cauzelor apariţiei acesteia; P_3^6 - stabilirea legăturilor problemei analizate cu cele înrudite; P_3^7 - stabilirea cărui supersistem îi aparţine sistemul analizat în problemă; P_3^8 - formularea noii interpretări a problemei în ansamblu; P_3^9 - prezentarea integrală a problemei; P_3^{10} - verificarea necesităţii divizării problemei în subprobleme; P_3^{11} - formularea principiilor divizării problemei în subprobleme; P_3^{12} - evidenţierea problemei principale; P_3^{13} - determinarea problemelor secundare; P_3^{14} - analiza posibilităţii divizării problemei după alte principii; P_3^{15} - analiza raţionalităţii punerii problemei; P_3^{16} - verificarea corectitudinii punerii problemei din punctul de vedere al legilor generale ale naturii; P_3^{17} - verificarea posibilităţilor de materializare a problemei la nivelul contemporan al ştiinţei, tehnicii şi producţiei; P_3^{18} - determinarea subproblemelor neclarificate şi ordonarea acestora după importanţa pe care o au în rezolvarea problemei de ansamblu; P_4^1 - culegerea tuturor datelor legate de problemă; P_4^2 - culegerea şi studierea a tot ceea ce s-a făcut pentru soluţionarea problemei în practica mondială; P_4^3 - elucidarea a tot ceea ce a fost eliminat, ceea ce nu s-a confirmat sau a tot ceea ce a fost uitat; P_4^4 - elucidarea a tot ceea ce s-a confirmat şi adoptat spre utilizare; P_4^5 - compararea problemei iniţiale cu tendinţele dezvoltării domeniului dat al tehnicii; determinarea factorilor care influenţează dezvoltarea; P_4^6 - compararea problemei iniţiale cu tendinţele de dezvoltare a sectoarelor

avansate ale tehnicii; determinarea factorilor care influenţează dezvoltarea; P_4^7 - determinarea problemei mai generale care trebuie rezolvată pentru a obţine rezultatul final dorit; P_4^8 - compararea problemei generale cu tendinţele dezvoltării domeniului tehnic dat; P_4^9 - compararea problemei generale cu tendinţele dezvoltării domeniului tehnic de vîrf; P_4^{10} - compararea problemei iniţiale cu cea generală; P_4^{11} - stabilirea care dintre cele două probleme este mai oportun să fie rezolvată - cea iniţială sau cea generală; P_4^{12} -stabilirea tipului de informaţii strict necesare pentru căutarea soluţiei; P_4^{13} - determinarea tipului de informaţii care lipsesc; P_4^{14} - stabilirea demersurilor necesare pentru obţinerea informaţiilor suplimentare; P_5^1 - reprezentarea soluţiei tehnice studiate ca un sistem tehnic de elemente interconexe; P_5^2 - elaborarea listingului tuturor elementelor interconexe, dispuse în ordinea de importanţă pentru realizarea funcţiei de bază; P_5^3 - determinarea elementelor interconexe principale; P_5^4 - studiul elementelor principale ale problemei atît separat, cît şi în corelaţie unul cu altul; P_5^5 - evidenţierea elementelor cunoscute ale problemei; P_5^6 - evidenţierea utilităţii elementelor cunoscute ale problemei pentru rezolvarea acesteia; P_5^7 - evidenţierea noului în fiecare element; P_5^8 - stabilirea legăturilor şi dependenţelor funcţionale importante între elemente; P_5^9 - elaborarea tabelei de legături între elemente; P_5^{10} - exprimarea legăturilor dintre elemente pe cale matematică simbolic, schematic etc.; P_5^{11} - prezentarea problemei cît mai clar şi mai general fără pierderea în amănunte; P_5^{12} - reprezentarea obiectului (a soluţiei tehnice căutate) sub formă de desen, schiţă, schemă cinematică etc.; P_6^1 - determinarea atributelor soluţiei tehnice; P_6^2 - completarea atributelor cerute soluţiei tehnice; P_6^3 - luarea în consideraţie a atributelor de bază; P_6^4 - modificarea atributelor soluţiei căutate; P_6^5 - elaborarea listingului atributelor soluţiei tehnice căutate dispuse în ordinea gradului de influenţare a îndeplinirii funcţiei de bază; P_6^6 - determinarea condiţiilor limitative şi a cauzelor stabilirii acestora; P_6^7 - evidenţierea restricţiilor asupra modului de funcţionare a soluţiei tehnice căutate; P_6^8 - evidenţierea şi eliminarea atributelor false faţă de soluţia tehnică căutată; P_6^9 - stabilirea atributelor cerute pentru îndeplinirea unei funcţii analoage în domeniul de vîrf al tehnicii; P_6^{10} - determinarea parametrilor necesari de intrare şi de ieşire ai obiectului; P_6^{11} - verificarea suficienţei parametrilor de intrare ai obiectului; P_6^{12} - stabilirea variaţiilor posibile ale parametrilor de intrare şi de ieşire ai obiectului; P_6^{13} - determinarea parametrilor evident invarianţi ai obiectului, în rezolvarea problemei; P_6^{14} - determinarea parametrilor limită ai obiectului luînd în consideraţie modificările în timp; P_6^{15} - determinarea mărimii parametrilor obiectului în timp; P_6^{16} - determinarea caracterului influenţei factorilor activi asupra parametrilor obiectului; P_6^{17} - determinarea parametrilor obiectului influenţaţi hotărîtor de acţiunea factorilor activi; P_6^{18} - de stabilit care parametri de ieşire sînt determinaţi de fiecare parametru de intrare; P_6^{19} - determinarea raportului calitativ şi cantitativ între parametrii de intrare şi cei de ieşire ai obiectului; P_6^{20} - exprimarea corelaţiei parametrilor obiectului sub formă de formulă care să reflecte legătura funcţională şi interinfluenţarea elementelor obiectului; P_6^{21} - stabilirea transformării interdependente a parametrilor de intrare şi de ieşire; P_6^{22} - analizarea parametrilor de intrare ai obiectului ca parametri de ieşire ai obiectului conex; P_6^{23} - analizarea parametrilor de ieşire ai obiectului ca parametri de intrare ai obiectului conex; P_7^1 - formularea problemei într-o formă mai generală; P_7^2 - formularea problemei luînd în consideraţie restricţiile; P_7^3 - formularea problemei după schimbarea formei acesteia, a transformărilor, a modificărilor; P_7^4 - formularea problemei de pe poziţii diferite,

specialităţi diferite etc.; P_7^5 - formularea condiţiilor problemei fără folosirea termenilor de specialitate şi fără precizarea ce trebuie inventat, din două fraze: 1. este dat sistemul ... 2. elementul ... în condiţiile ... dă efectul nedorit ...; P_7^6 - formularea problemei folosind termeni cheie adecvaţi, simboluri etc.; P_7^7 - formularea schematică a problemei; P_7^8 - formularea problemei, introducînd în locul termenilor speciali unele elemente noi, legate prin interdependenţe determinate; P_7^9 - formularea problemei pentru asigurarea realizării unui număr maxim de funcţii; P_7^{10} - formularea problemei pentru asigurarea realizării optimale a funcţiei principale; P_7^{11} - formularea problemei pentru condiţii limită; P_7^{12} - formularea problemei aşa cum este aceasta înţeleasă; P_7^{13} - formularea problemei aplicabile epocii preistorice a tehnicii; P_7^{14} - formularea problemei aplicabile tehnicii trecutului apropiat; P_7^{15} - formularea problemei aplicabile tehnicii viitorului; P_7^{16} - formularea problemei în modul în care se formulează problemele similare din alte domenii ale tehnicii; P_7^{17} - verificarea dacă s-au luat în consideraţie la formularea problemei, toate noţiunile conţinute în aceasta; P_7^{18} - se verifică dacă nu cumva formularea problemei reprezintă însăşi soluţia acesteia; P_8^1 - formularea rezultatului final real căutat; P_8^2 - reprezentarea grafică, simbolică etc. a rezultatului final real; P_8^3 - punerea în evidenţă a indicatorilor, îndeplinirea cărora apare ca ideală; P_8^4 - formularea rezultatului final ideal pe baza analizei perechilor de indicatori intereliminabili; P_8^5 - formularea rezultatului final ideal, în următoarea formă: a. elementul (de specificat elementul cel mai sensibil la modificări) b. ce realizează; c. cum realizează; e. în ce condiţii; determinate, cu ce restricţii, realizează; P_8^6 - reprezentarea grafică a rezultatului final ideal; P_8^7 - elaborarea a două desene ale sistemului tehnic aşa cum a fost şi aşa cum trebuie să fie; P_9^1 - evidenţierea cauzelor de bază ale neajunsurilor obiectului, conţinute în listingul P_1^7; P_9^2 - împărţirea cauzelor în exterioare şi interioare; P_9^3 - analiza separată a fiecărui neajuns şi a cauzelor acestuia; P_9^4 - determinarea care alt neajuns poate fi determinat de aceeaşi cauză; P_9^5 - determinarea care altă cauză ar putea determina acelaşi neajuns; P_9^6 - formularea contradicţiilor tehnice; P_9^7 - determinarea contradicţiilor tehnice principale; P_9^8 - formularea contradicţiei fizice; P_{10}^1 - alegerea grupului adecvat de proceduri de căutare; P_{10}^2 - alegerea grupului adecvat de demersuri euristice; P_{11}^1 - realizarea cerinţelor procedurilor de căutare selectate; P_{11}^2 - realizarea cerinţelor demersurilor euristice selectate; P_{11}^3 - înscrierea sau reprezentarea grafică a ideilor apărute; P_{12}^1 - analiza ideilor apărute; P_{12}^2 - aplicarea ideii într-un alt timp cronologic; P_{12}^3 - aplicarea ideii într-un alt ritm; P_{12}^4 - aplicarea ideii nu la un obiect singular, ci la întregul sistem de care acesta aparţine; P_{12}^5 - aplicarea ideii nu la obiect, ci la subsistemele pe care acesta le conţine; P_{12}^6 - dacă ideea apare ca utilă, se analizează în amănunţime; P_{12}^7 - dacă este posibilă bazarea pe noua idee, se verifică cît de departe se poate avansa cu ajutorul acesteia; P_{12}^8 - determinarea posibilităţii combinării ideilor; P_{12}^9 - verificarea fezabilităţii fizice şi tehnice a ideilor; P_{12}^{10} - de verificat care dintre idei corespund cerinţelor faţă de soluţia tehnică căutată. Elaborarea listingului. Folosirea listingului P_6^5; P_{12}^{11} - dezvoltarea şi simplificarea ideilor; P_{12}^{12} - reprezentarea ideilor sub forma soluţiilor tehnice; P_{13}^1 - clasificarea variantelor soluţiilor tehnice după scopul funcţional, după indicatorii constructivi, tehnologici, după principiul de funcţionare, după principiul exterior etc.; P_{13}^2 - stabilirea domeniului soluţiilor tehnice acceptabile; P_{13}^3 - alegerea criteriilor de apreciere a variantelor soluţiilor tehnice. Folosirea listelor de atribute necesare pentru soluţia tehnică căutată - P_6^5; P_{13}^4 - verificarea dacă nu există

vreun criteriu care să caracterizeze calităţile unei variante singulare; P_{13}^5 - eliminarea restricţiilor false; P_{13}^6 - enumerarea soluţiilor tehnice legate de modificarea condiţiilor de lucru fără vreun consum suplimentar; P_{13}^7 - enumerarea soluţiilor tehnice care solicită minimum de modificări în obiectele funcţionînd simultan cu obiectul dat; P_{13}^8 - enumerarea soluţiilor tehnice care solicită modificări substanţiale în obiectele care lucrează simultan cu obiectul dat; P_{13}^9 - eliminarea variantelor evident contradictorii cu cerinţele problemei. Folosirea listingului P_6^5; P_{13}^{10} - efectuarea calculelor; P_{13}^{11} - alegerea tipului de model şi construirea acestuia; P_{13}^{12} - alegerea variantelor raţionale de soluţii tehnice; P_{13}^{13} - elaborarea listingului variantelor de analizat; P_{14}^1 - alegerea criteriilor de apreciere a variantelor, folosind listingul P_6^5; P_{14}^2 - verificare dacă nu există vreun criteriu care să caracterizeze calităţile unei singure variante; P_{14}^3 - analiza comparativă a variantelor soluţiilor tehnice; P_{14}^4 - alegerea variantei raţionale; P_{14}^5 - verificarea gradului de satisfacere a cerinţelor de către soluţia tehnică aleasă folosind listingul P_6^5; P_{14}^6 - efectuarea experimentului; P_{14}^7 - alegerea tipului modelului soluţiei tehnice şi construirea acestuia; P_{14}^8 - alegerea experimentului de bază - determinat; P_{14}^9 - efectuarea experimentului; P_{14}^{10} - analiza rezultatelor experimentului; P_{14}^{11} - evidenţierea interconexiunii rezultatelor experimentului cu problema pusă; P_{14}^{12} - estimarea gradului de concordanţă dintre calităţile efective obţinute şi cele cerute folosind listingul P_6^5; P_{14}^{13} - determinarea cauzelor de bază care împiedică atingerea performanţelor; P_{14}^{14} - elaborarea schemei-bloc a soluţiei tehnice; P_{14}^{15} - elaborarea schemei de principiu a soluţiei tehnice; P_{15}^1 - analiza soluţiei tehnice sub diferite aspecte; P_{15}^2 - de stabilit ce se înrăutăţeşte, se complică, se scumpeşte, prin folosirea soluţiei tehnice găsite; P_{15}^3 - de stabilit dacă este posibil ca printr-o schimbare de configuraţie a soluţiei tehnice să se evite înrăutăţirea; P_{15}^4 - listarea tuturor posibilităţilor de îmbunătăţire a soluţiilor tehnice găsite; P_{15}^5 - stabilirea interconexiunii dintre structură şi parametrii soluţiei tehnice; P_{15}^6 - prevederea rezervei de dezvoltare şi de perfecţionare ulterioară a soluţiei tehnice; P_{15}^7 - perfecţionarea soluţiei tehnice în ansamblu; P_{15}^8 - analiza părţilor complexe în vederea simplificării acestora; P_{15}^9 - analiza organelor componente ale soluţiei tehnice în vederea simplificării acestora; P_{15}^{10} - verificarea tehnologicităţii soluţiei tehnice şi a elementelor sale; P_{15}^{11} - desenarea schemei modificate a soluţiei tehnice; P_{15}^{12} - de stabilit ce se înrăutăţeşte, se complică, se scumpeşte, după modificarea soluţiei tehnice; P_{15}^{13} - de verificat ce este mai mare, cîştigul sau pierderea şi de ce; P_{15}^{14} - stabilirea modului cum se modifică instalaţia în decursul unui ciclu de lucru; P_{15}^{15} - stabilirea modului cum se modifică instalaţia după mai multe cicluri de lucru; P_{15}^{16} - de stabilit cum trebuie modificat suprasistemul în care intră sistemul modificat în conformitate cu condiţiile problemei; P_{15}^{17} - verificarea posibilităţilor de modificare a obiectelor care lucrează simultan cu cel dat; P_{16}^1 - stabilirea modului de exprimare a efectului utilizării noii soluţii tehnice; P_{16}^2 - determinarea mărimii posibile a efectului utilizării soluţiei tehnice; P_{16}^3 - de stabilit în ce măsură soluţia tehnică este de perspectivă; P_{16}^4 - stabilirea posibilităţii şi particularităţilor implementării noii soluţii tehnice; P_{16}^5 - determinarea domeniului de aplicare a noii soluţii tehnice (tehnic, geografic etc.); P_{16}^6 - verificarea brevetabilităţii; P_{17}^1 - de verificat dacă noua soluţie tehnică poate fi aplicată într-un mod nou; P_{17}^2 - formularea principiului folosit în noua soluţie tehnică; P_{17}^3 - verificarea aplicabilităţii principiului formulat la alte probleme; P_{17}^4 - evidenţierea metodei care a condus la obţinerea noii soluţii tehnice; P_{17}^5 - evidenţierea esenţialului în metodă; P_{17}^6 - verificarea aplicativităţii metodei evidenţiate la alte probleme.

ANEXA 3

PROCEDURI ELEMENTARE DE CĂUTARE

$1P_{11}^{1}$ - alegerea principiului de funcţionare pentru realizarea funcţiei de bază a obiectului, plecînd de la analiza scopului şi a tendinţelor de dezvoltare ale obiectului; $1P_{11}^{2}$ - determinarea funcţiilor particulare ale obiectului; $1P_{11}^{3}$ - evidenţierea interconexiunii funcţiilor particulare; $1P_{11}^{4}$ - de stabilit care dintre funcţiile particulare sînt mai importante pentru funcţia de bază; $1P_{11}^{5}$ - alegerea principiului de funcţionare a subansamblelor obiectului pentru îndeplinirea funcţiilor particulare; $1P_{11}^{6}$ - determinarea mijloacelor pentru realizarea funcţiilor particulare; $1P_{11}^{7}$ - stabilirea legăturilor dintre mijloacele tehnice care realizează funcţiile particulare; $2P_{11}^{1}$ - formularea funcţiei de bază a obiectului căutat; $2P_{11}^{2}$ - de stabilit cum determină funcţia de bază principiul de funcţionare, structura, forma şi materialul obiectului căutat; $2P_{11}^{3}$ - descrierea indicatorilor obiectului căutat, folosind lista P_6^5; $2P_{11}^{4}$ - de stabilit dacă este justificată adoptarea unor indicatori ai soluţiilor tehnice existente şi transferul acestora către soluţia tehnică căutată; $2P_{11}^{5}$ - reprezentarea obiectului căutat, grafic, simbolic, schematic etc.; $2P_{11}^{6}$ - de determinat de la care situaţie precedentă se poate ajunge la soluţia tehnică căutată; $2P_{11}^{7}$ - alegerea modului de transfer; $2P_{11}^{8}$ - de verificat dacă drumul de la starea iniţială către cea aleasă apare evident; $2P_{11}^{9}$ - continuarea procedurilor $2P_{11}^{6}$, $2P_{11}^{7}$ şi $2P_{11}^{8}$ pînă la asigurarea transferului în starea iniţială; $2P_{11}^{10}$ - selecţia transferurilor unicale şi compunerea din acestea a seriei complete de transferuri; $2P_{11}^{11}$ - consemnarea în scris sau grafic a ideilor obţinute pentru rezolvarea problemei; $3P_{11}^{1}$ - de formulat soluţia tehnică căutată sub următoarea formă: a. elementul sistemului tehnic cel mai sensibil la modificări; b. ce face; d. cînd face; c. în ce condiţii obligatorii, restricţii, cerinţe etc.; $3P_{11}^{2}$ - elaborarea a două desene convenţionale ale sistemului tehnic, conţinînd toate elementele de bază, *„aşa a fost"* şi *„aşa a devenit"*; $3P_{11}^{3}$ - după desenul *„aşa a devenit"* să se găsească elementul precizat prin procedura $3P_{11}^{1}$ şi să se evidenţieze acea parte a sa care nu poate să îndeplinească acţiunea necesară în condiţiile date: a. să se formuleze ce se cere din partea selectată a elementului; b. de determinat ce împiedică partea selectată să-şi îndeplinească funcţia cerută; c. să se formuleze neconcordanţa dintre *a* şi *b* sub forma: partea selectată a elementului trebuie să (specificarea acţiunii A) ... pentru ca (specificarea acţiunii B) ... şi nu trebuie (de specificat acţiunea A) ... pentru ca (de specificat acţiunea B) ... $3P_{11}^{5}$ - de specificat în ce condiţii partea selectată a elementului va putea să-şi îndeplinească acţiunea cerută; de ce proprietăţi trebuie să se bucure; $3P_{11}^{6}$ - de stabilit ce trebuie făcut pentru ca partea selectată a elementului să capete calităţile cerute; $3P_{11}^{7}$ - de arătat pe desenul *„aşa a devenit"* prin săgeţi, forţele care trebuie aplicate asupra părţii selectate a elementului pentru a asigura calităţile cerute; $3P_{11}^{8}$ - de stabilit prin ce metode se pot genera forţele necesare; $3P_{11}^{9}$ - listarea metodelor; $3P_{11}^{10}$ - elaborarea schemei pentru materializarea metodei selectate; $4P_{11}^{1}$ - determinarea elementelor funcţionale, a funcţiilor, a calităţii acestora, care trebuie să fie realizate de noua soluţie; $4P_{11}^{2}$ - de stabilit noţiunile de organizare; $4P_{11}^{3}$ - clasificarea noţiunilor de

organizare după importanţa acestora; $4P_{11}^{4}$ - determinarea indicatorilor specifici ai noţiunilor de organizare; $4P_{11}^{5}$ - confruntarea grafică a noţiunilor de organizare cu indicatorii specifici ai acestora; $4P_{11}^{6}$ - estimarea indicatorilor funcţie de cerinţele speciale corespunzătoare, folosind lista P_6^5; $4P_{11}^{7}$ - sinteza soluţiei tehnice prin combinarea indicatorilor diferitelor noţiuni de organizare; $4P_{11}^{8}$ - gruparea variantelor soluţiilor tehnice în submulţimi; $4P_{11}^{9}$ - analiza preliminară a soluţiilor tehnice folosind lista P_6^5; $4P_{11}^{10}$ - înscrierea sau reprezentarea grafică a variantelor selectate; $5P_{11}^{1}$ - determinarea clasei de obiecte căreia îi corespunde obiectul analizat; $5P_{11}^{2}$ - formularea principiului concasării obiectului în elemente componente; $5P_{11}^{3}$ - precizarea indicatorilor de clasificare a elementelor obiectului; $5P_{11}^{4}$ - stabilirea tipului şi dimensiunilor parametrilor pentru indicatorii de clasificare; $5P_{11}^{5}$ - divizarea volumului total al indicatorilor; $5P_{11}^{6}$ - eliminarea dublării indicatorilor de clasificare; $5P_{11}^{7}$ - eliminarea intersectării indicatorilor de clasificare; $5P_{11}^{8}$ - enumerarea variantelor posibile de execuţie a fiecărui element al obiectului; $5P_{11}^{9}$ - sinteza soluţiei tehnice prin combinarea variantelor elementelor; $5P_{11}^{10}$ - gruparea variantelor din tabelă în submulţimi de soluţii tehnice; $5P_{11}^{11}$ - analizarea variantelor din tabel; $5P_{11}^{12}$ - înscrierea sau reprezentarea grafică a ideilor de rezolvare a problemei; $6P_{11}^{1}$ - studiul obiectului din punct de vedere al funcţiilor îndeplinite; $6P_{11}^{2}$ - determinarea funcţiei de bază a soluţiei existente; $6P_{11}^{3}$ - determinarea modificărilor funcţiei de bază a soluţiei existente care pot conduce la perfecţionarea obiectului; $6P_{11}^{4}$ - găsirea noii funcţii de bază; $6P_{11}^{5}$ - alegerea alternativelor pentru divizarea noii funcţii de bază în funcţii particulare; $6P_{11}^{6}$ - evidenţierea interconexiunii dintre funcţiile particulare; $6P_{11}^{7}$ - alegerea mijloacelor pentru realizarea funcţiilor particulare; $6P_{11}^{8}$ - realizarea complexului de mijloace tehnice pentru obţinerea funcţiilor particulare în sinteza noii soluţii; $7P_{11}^{1}$ - determinarea obiectivităţii problemei date; $7P_{11}^{2}$ - evidenţierea contradicţiilor tehnice în problema dată; $7P_{11}^{3}$ - evidenţierea modului în care se rezolvă problemele similare cu cea dată în tehnica avansată; $7P_{11}^{4}$ - evidenţierea modului de rezolvare a problemelor apropiate de cea dată; $7P_{11}^{5}$ - evidenţierea modului în care se rezolvă problemele analoage; $7P_{11}^{6}$ - evidenţierea a ceea ce este analog în problema dată şi în problemele analoage; $7P_{11}^{7}$ - stabilirea consistenţei problemei analoge; $7P_{11}^{8}$ - determinarea contradicţiei tehnice în problema analogă; $7P_{11}^{9}$ - determinarea ideii de rezolvare a problemei analoage; $7P_{11}^{10}$ - verificarea aplicativităţii ideii la problema de rezolvat; $7P_{11}^{11}$ - modificarea ideii de rezolvare a problemei analoage, în vederea aplicării la problema dată; $8P_{11}^{1}$ - formularea funcţiei de bază a soluţiei tehnice căutate; $8P_{11}^{2}$ - enumerarea domeniilor care pot să servească drept izvoare de idei; $8P_{11}^{3}$ - împărţirea domeniilor în subdomenii, iar a acestora - în rubrici; $8P_{11}^{4}$ - reprezentarea sub forma unor desene convenţionale a mijloacelor de realizare a funcţiei de bază pentru fiecare rubrică; $8P_{11}^{5}$ - de analizat în diverse raporturi mijloacele reprezentate; $8P_{11}^{6}$ - înscrierea sau reprezentarea grafică a ideilor obţinute pentru rezolvarea problemei; $9P_{11}^{1}$ - construirea structurii ierarhice a funcţiei principale a obiectului; $9P_{11}^{2}$ - selectarea mijloacelor de realizare a funcţiilor la fiecare nivel al structurii ierarhice; $9P_{11}^{3}$ - ordonarea mulţimii soluţiilor tehnice la fiecare nivel al structurii ierarhice sub forma unor lanţuri de evoluţie; $9P_{11}^{4}$ - evidenţierea dezvoltării modificărilor constructive în elementele lanţurilor de evoluţie; $9P_{11}^{5}$ - extrapolarea modificărilor cantitative continue sau discrete ale soluţiilor tehnice; $9P_{11}^{6}$ - sinteza noilor soluţii tehnice; $10P_{11}^{1}$ - formularea cerinţelor faţă de soluţia căutată; $10P_{11}^{2}$ - alegerea prototipului; $10P_{11}^{3}$ - alegerea demersului creativ sau grupului de demersuri creative; $10P_{11}^{4}$ - transformarea prototipului.

ANEXA 4

FONDUL INTERDISCIPLINAR DE EFECTE FIZICE (EXTRAS) [36]

Nr. crt.	Efectul fizic	Acţiunea	Obiectul supus acţiunii	Rezultatul acţiunii	Scurtă descriere a efectului fizic
	W	A	B	C	
1	Atracţia universală	Acţiunea cîmpului gravitaţional (intensitatea)	Punctul material (corp material)	Forţa gravitaţională	Apariţia, la un corp aflat într-un punct oarecare al cîmpului gravitaţional (generat de o masă m), a unei forţe de gravitaţie care depinde de masa corpului şi de intensitatea cîmpului gravitaţional.
2	Efectul legii a II-a a lui Newton	Acţiunea forţei	Punctul material (corp material)	Acceleraţie	Apariţia sub acţiunea forţei aplicate unui punct sau corp material, a unei acceleraţii proporţionale forţei şi dirijată după direcţia acesteia.
3	Efectul legii lui Arhimede	Acţiunea cîmpului gravitaţional (intensitatea)	Corp scufundat într-un fluid	Forţă de respingere	Apariţia unei forţe de respingere a unui corp scufundat într-un fluid, inverse forţei gravitaţionale şi egale cu greutatea volumului de fluid dislocat.
4	Presiune hidrostatică	Acţiunea cîmpului gravitaţional	Fluid	Presiune	Apariţia unei presiuni asupra elementului de fluid, uniforme pe toate direcţiile şi egale cu greutatea coloanei de fluid de pe partea superioară a elementului.

	W	A	B	C	
5	Forţa de frecare de alunecare	Deplasare relativă	Corp material în contact cu alt corp material în raport cu care alunecă	Forţa de frecare	Apariţia unei forţe de frecare care se opune deplasării relative, egală ca mărime cu produsul dintre forţa normală la suprafaţa comună de contact şi coeficientul de frecare.
6	Forţa de frecare de rostogolire	Deplasare	Corp material circular în contact cu un corp plan în raport cu care se rostogoleşte	Forţa de frecare de rostogolire	Apariţia unei forţe de frecare care se opune deplasării relative, prin rostogolire, egală cu produsul dintre forţa normală la pata de contact şi dezaxarea forţei în raport cu axa de rotaţie a corpului.
7	Efectul Magnus	1. Viteză unghiulară 2. Curent de fluid (viteza fluidului)	Corp solid	Forţă transversală	Apariţia unei forţe transversale care acţionează asupra unui corp în rotaţie într-un curent de fluid.
8	Efectul giroscopic Foucolt	Viteză unghiulară	Corp solid	Stabilitatea poziţiei axei de rotaţie	Apariţia unei forţe corectoare transversale pe axa de rotaţie a unui corp, la orice încercare de a o înclina.
9	Ecruisarea	Deformaţia plastică	Metal	Creşterea rezistenţei	Întărirea metalelor prin deformaţii plastice, manifestată prin creşterea rezistenţei la rupere - proporţională cu gradul de deformare.
10	Sonicitatea (Efectul Constantinescu)	Vibraţii	Lichid Solid	Transmiterea energiei mecanice prin unde elastice	Transmiterea energiei mecanice prin intermediul vibraţiilor şi al undelor elastice determinate de acestea, în masa lichidelor sau a solidelor.

	W	A	B	C	
11	Aşchiere	Forţă aplicată prin intermediul unui plan înclinat în raport cu direcţia mişcării	Stratul superficial al corpurilor solide	Desprinderea stratului superficial sub formă de aşchii	Eliminarea stratului superficial (adaosului de prelucrare) prin acţiunea unei forţe aplicate prin intermediul unui plan înclinat în raport cu direcţia mişcarii relative (fata de degajare) sub formă de aşchii, forţa de deformare (aşchiere) fiind substanţial mai mică decît forţa de deformare, care s-ar aplica corpului, în vederea modificării formei sale, exclusiv prin deformaţie plastică.
12	Creşterea plasticităţii materialelor sub acţiunea compresiei hidrostatice	Compresia hidrostatică	Material cu plasticitate coborîtă	Creşterea plasticităţii	Comportarea materialelor fragile în condiţiile compresiei hidrostatice ca materiale cu plasticitate ridicată.
13	Efectul tenzorezistiv	Deformaţia	Conductor solid	Modificarea rezistivităţii electrice	Modificarea rezistenţei electrice în conductori solizi, sub acţiunea unor eforturi de întindere sau de compresie.
14	Efectul acustoelectric	Unda acustică. Ultrasunet (frecvenţă)	Metale, semiconductori	Cîmp electric	Apariţia, în condiţii determinate, a unei diferenţe de potenţial, în mediul transmiţător, pe direcţia de propagare a undei ultrasonore care trece prin mediu.
15	Amortizarea zgomotului	Unda acustică (intensitatea)	Corpuri solide, fluide şi gaze	Micşorarea intensităţii undei acustice	Micşorarea intensităţii undei acustice, care se propagă prin substanţă, ca rezultat al trecerii ireversibile a energiei acustice în alte tipuri de energie-în particular, în energie termică.

	W	A	B	C	
16	Modificarea limitei de curgere a metalelor şi aliajelor funcţie de viteza de deformaţie	Deformaţia. Creşterea vitezei de deformaţie	Metale şi aliaje	Creşterea limitei de curgere	Creşterea limitei de curgere a metalelor şi aliajelor după o lege exponenţială, cu creşterea vitezei de deformaţie (cu micşorarea timpului de încărcare).
17	Modificarea modulului de elasticitate funcţie de concentraţia elementului de aliere	Creşterea concentraţiei elementului de aliere	Metale	Variaţia modulului de elasticitate	Dependenţa liniară a modulului de elasticitate a metalelor, funcţie de concentraţia elementului de aliere. Alierea micşorează sau măreşte modulul de elasticitate.
18	Modificarea modulului de elasticitate a metalelor funcţie de temperatură	Creşterea temperaturii	Metale	Micşorarea modulului de elasticitate	Micşorarea continuă a modulului de elasticitate a metalelor cu creşterea temperaturii.
19	Modificarea calităţilor mecanice ale metalului deformat, funcţie de temperatură	Mărirea temperaturii	Metale deformabile plastice	Micşorarea rezistenţei la rupere	Micşorarea rezistenţei la rupere, creşterea plasticităţii şi micşorarea durităţii, în urma încălzirii unor metale sau aliaje deformate în prealabil plastic.

	W	A	B	C	
20	Modificarea rezistenţei electrice a metalelor sub acţiunea deformaţiei plastice	Creşterea deformaţiei relative	Metale	Creşterea rezistivităţii electrice	Creşterea rezistivităţii electrice a metalelor prin mărirea gradului de deformaţie plastică.
21	Modificarea limitei de curgere a metalelor şi aliajelor cu variaţia temperaturii	Creşterea temperaturii	Metale şi aliaje	Micşorarea limitei de curgere	Micşorarea limitei de curgere a metalelor şi aliajelor cu creşterea temperaturii după o lege aproximativ exponenţială
22	Modificarea în salturi a densităţii metalelor sub acţiunea temperaturii în apropierea punctului de topire	Creşterea temperaturii în zona temperaturii de topire	Metale	Micşorarea în salturi a densităţii	Micşorarea în salturi a densităţii metalului cu creşterea temperaturii în zona apropiată de temperatura de topire
23	Sonoluminiscenţa	Unda acustică. Ultrasunet. Intensitate	Fluid	Luminiscenţă electromagnetică vizibilă şi ultravioletă	Luminiscenţă a lichidului sub acţiunea undei acustice (cavitaţie acustică). Luminiscenţa este foarte slabă şi poate fi observată numai prin amplificare sau în întuneric deplin.
24	Efectul acusto-capilar	Unda acustică. Ultrasunet. Frecvenţă	Fluid capilar	Deformaţia (înălţimea coloanei de fluid)	Ridicarea fluidului în capilar la o înălţime foarte mare (de zeci şi sute de ori mai mare decît cea aşteptată) sub acţiunea, în anumite condiţii, a undei ultraacustice.

	W	A	B	C	
25	Modificarea temperaturii de topire a corpului solid funcţie de presiunea exterioară	Creşterea presiunii exterioare	Corp solid	Modificarea temperaturii de topire	Modificarea temperaturii de topire a substanţelor cristalizate prin creşterea presiunii exterioare. Dacă volumul unitar al fazei lichide este mai mare decît al celei solide temperatura de topire creşte.
26	Efectul Leduc	1. Temperatura. Gradientul (primar) 2. Cîmp magnetic constant. Inducţie magnetică	Metale. semiconductori	Temperatura. Gradient (secundar)	Apariţia unei diferenţe de temperaturi secundare în conductor, cu căderea temperaturii, conductorul fiind amplasat într-un cîmp magnetic perpendicular pe fluxul termic. Direcţia gradientului secundar de temperatură este perpendiculară la fluxul termic primar şi la cîmpul magnetic.
27	Dependenţa rezistenţei electrice a corpului solid în funcţie de presiune	Creşterea presiunii	Corpuri solide	Modificarea rezistivităţii electrice	Modificarea rezistenţei electrice a corpului solid la modificarea presiunii exterioare în zona presiunilor foarte înalte. La majoritatea substanţelor, rezistenţa electrică scade cu creşterea presiunii.
28	Efectul Ohm	Cîmp electric. Intensitatea cîmpului eletric	Conductor	Curent electric. Densitatea curentului	Apariţia în conductor a curentului electric a cărui densitate este proporţională cu intensitatea cîmpului.
29	Efectul Joule-Lenz	Curentul electric. Intensitatea curentului	Conductor	Degajare de căldură	Degajarea în conductor, în timpul trecerii prin acesta a curentului electric, a unei cantităţi de căldură proporţională cu pătratul intensităţii curentului, cu rezistenţa conductorului şi cu timpul.

W	A	B	C	
30	Efectul Seebeck	Temperatura. Gradient	Contact între conductori diferiţi	Cîmp electric. Forţă electromotoare	Apariţia unei forţe electromotoare într-un conductor neomogen, compus din reunirea în serie a unor conductori diferiţi, ai căror contacte au temperaturi diferite.
31	Efectul Thomson	1. Temperatura (gradient) 2. Curent electric continuu	Conductori	Flux termic	Degajare sau absorţie de căldură (în afară de căldura Joule), într-un conductor în care circulă curent electric şi în lungul căruia există gradient de temperatură.
32	Efectul Peltier	Curent electric. Intensitatea	Contact între conductori diferiţi	Flux termic	Degajare sau absorţie de căldură la parcurgerea curentului electric prin contactul dintre doi conductori diferiţi.
33	Efectul inducţiei electromagnetice (efectul Biot-Savart-Laplace)	Curentul electric. Intensitatea curentului	Conductori	Cîmp electric. Inducţia magnetică	Generarea unui cîmp magnetic în spaţiul înconjurător al unui conductor prin care trece curent electric.
34	Efectul superconductivităţii	Temperatura. Micşorarea, sub cea critică.	Metale, semiconductori	Rezistivitatea electrică. Micşorarea în salturi.	Micşorarea în salturi, practic pînă la zero, a rezistenţei electrice a unui şir de conductori metalici înalt aliaţi, în urma răcirii sub temperatura critică.
35	Efectul emisiei electronice secundare	Flux de electroni. Primar. Densitatea fluxului.	Corpuri solide, lichide	Flux de electroni secundar. Densitatea fluxului.	Emisia de electroni secundari de către corpurile solide şi lichide, prin bombardarea acestora cu fluxuri de electroni primari.

W		A	B	C	
36	Efectul Hann	Cîmp electric. Constant. Intensitatea cîmpului	Semiconductori (In Sb, InP, CdTe, ZnSe, etc.)	Curent electric de înaltă frecvenţă. Frecvenţa.	Generarea oscilaţiilor de înaltă frecvenţă a curentului electric în semiconductori, sub acţiunea unui cîmp electric constant.
37	Efectul magnetorezistiv.	Cîmp magnetic. Inducţia magnetică.	Conductori solizi	Variaţia rezistivităţii	Modificarea rezistenţei electrice a conductorilor solizi sub acţiunea cîmpului magnetic.
38	Efectul Hopkinson	1. Temperatura. Creşterea în apropierea punctului Curie. 2. Cîmp magnetic. Inducţia magnetică.	Feromagneţi	Permeabilitatea magnetică. Modificarea în salturi.	Creşterea bruscă a permeabilităţii feromagnetului într-un cîmp slab, în apropierea punctului Curie. În imediata apropiere a punctului Curie, permeabilitatea cade (feromagnetul devine paramagnetic).
39	Luminiscenţa catodică	Flux de electroni. Densitatea fluxului.	Substanţe luminofore	Luminiscenţa electromagnetică vizibilă	Emisie de lumină care apare prin excitarea substanţelor luminofore prin intermediul unui flux de electroni.
40	Efectul piroelectric	Temperatura. Modificarea.	Dielectric. Cristalizat asimetric.	Modificarea densităţii sarcinii electrice de suprafaţă.	Apariţia sarcinilor electrice de suprafaţă la unii dielectrici cristalizaţi (piroelectrici) la încălzire sau la răcire.
41	Efectul electromagnetic Ampère	1. Cîmp magnetic omogen. 2. Curent electric	Conductori solizi	Apariţia forţei mecanice	Apariţia forţei mecanice care acţionează asupra unui conductor prin care trece curentul electric la amplasarea acestuia într-un cîmp magnetic exterior.

	W	A	B	C	
42	Efectul electrocaloric	Cîmp electric constant.	Corpuri solide cristalizate (piroelectrice)	Modificarea temperaturii	Modificarea temperaturii cristalului piroelectric sub acţiunea cîmpului electric.
43	Efectul Procopiu	Curent electric alternativ	Fir feromagnetic	Magnetizare discontinuă	Magnetizare discontinuă a unui fir feromagnetic străbătut de un curent electric alternativ
44	Emisia termoelectronică	Temperatura	Corpuri solide şi lichide	Flux de electroni. Densitatea fluxului.	Eliberarea de electroni de către corpurile încălzite în vid sau într-un alt mediu.
45	Efectul Hall	Cîmp magnetic constant. Inducţia magnetică. Curent electric continuu.	Conductori şi semiconductori metalici	Cîmp electric constant. Diferenţă de potenţial.	Apariţia diferenţei de potenţial între muchiile laterale ale unei plăci dintr-un conductor sau semiconductor metalic, prin care trece curent electric, în prezenţa unui cîmp magnetic perpendicular pe acesta.
46	Magnetostricţiunea	Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Corpuri feromagnetice şi antiferomagnetice. Corpuri feromagnetice	Deformaţie. Deformaţie relativă.	Modificarea formei şi dimensiunilor corpurilor prin magnetizare.
47	Efectul Einstein de Haase	Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Corpuri feromagnetice	Viteză unghiulară	Rotirea unui corp feromagnetic, liber suspendat într-un cîmp magnetic exterior.

	W	A	B	C	
48	Emisia autoelectronică	Cîmp electric constant	Conductori solizi şi lichizi	Flux de electroni	Eliberare de electroni de către corpurile solide şi lichide sub acţiunea unui cîmp electric exterior de înaltă tensiune, la suprafaţa acestora.
49	Efectul magnetoelastic	Deformaţia. Deformaţia relativă.	Corp feromagnetic	Modificarea magnetizării.	Variaţia magnetizării corpurilor feromagnetice sub acţiunea deformaţiilor mecanice (tracţiune, încovoiere, torsiune etc.).
50	Electroluminiscenţa	Cîmp electric. Diferenţă de potential.	Corpuri luminofore	Apariţia luminiscenţei electromagnetice (ultravioletă, vizibilă, infraroşie).	Luminiscenţă determinată într-un corp luminofor de cîmpul electric.
51	Efectul Barkhausen	Cîmp magnetic. Inducţia magnetică. apropiată de forţa coercitivă a corpului feromagnetic. Variaţii continue	Corp feromagnetic	Modificarea în trepte a gradului de magnetizare	Modificarea în trepte a gradului de magnetizare a unui corp feromagnetic, la modificarea continuă a cîmpului magnetic exterior.
52	Efectul Barnett	Viteză unghiulară	Corp feromagnetic	Grad de magnetizare. Modificare	Modificarea gradului de magnetizare a unui corp feromagnetic, în cazul rotirii acestuia, în absenţa unui cîmp magnetic exterior.

	W	A	B	C	
53	Efectul Bruster	Iradiere electromagnetică. Nepolarizată.	Zona de legătură dintre doi dielectrici	Iradiere electromagnetică. Polarizată linear.	Polarizarea integrală a luminii naturale (nepolarizată) prin căderea acesteia spre graniţa a doi dielectrici, sub un unghi determinat (unghiul Bruster)
54	Efectul piezoelectric	Deformaţia. Deformaţia relativă.	Dielectrici cristalizaţi (cristale piezoelectrice).	Grad de polarizare. Modificare.	Modificarea polarizării unor cristale dielectrice (piezoelectrice) sub acţiunea deformaţiei mecanice.
55	Efectul piezoelectric invers	Cîmp electric. Intensitatea cîmpului.	Cristal piezoelectric	Deformaţia. Deformaţia relativă.	Apariţia unei deformaţii mecanice în dielectricii cristalizaţi, anizotropi, sub acţiunea cîmpului electric.
56	Efectul piezomagnetic	Presiune	Corp antiferomagnetic	Capacitatea de magnetizare	Apaariţia într-un corp antiferomagnetic a capacităţii de magnetizare sub acţiunea unei compresii exterioare.
57	Efectul Coandă	Prezenţa unui fluid în vecinătatea unui perete convex	Jet plan al unui alt fluid	Devierea jetului	Devierea unui jet plan de fluid care pătrunde într-un alt fluid, în vecinătatea unui perete convex.
58	Efectul Coulomb	Cîmp electric. Încărcare punctiformă. Intensitatea cîmpului.	Încărcare punctiformă	Forţă mecanică	Apariţia, sub acţiunea cîmpului electric, între două încărcări punctiforme, a unei forţe proporţionale cu produsul încărcărilor şi invers proporţionale cu pătratul distanţei dintre ele.

	W	A	B	C	
59	Efectul Lorenz (Forţa Lorenz)	1. Cîmp magnetic. Inducţia magnetică. 2. Viteza.	Particole încărcate	Forţa mecanică	Apariţia, sub acţiunea cîmpului magnetic şi a deplasării, a unei forţe care acţionează asupra unei particole încărcate, forţă perpendiculară pe vectorul inducţiei magnetice a cîmpului şi pe vectorul viteză de deplasare.
60	Inducţia electromagnetică	Cîmp magnetic. Flux magnetic variabil.	Circuit electric. În mişcare, dacă cîmpul magnetic este constant sau fix, dacă cîmpul magnetic este variabil.	Cîmp electric. Forţă electromotoare variabilă.	Apariţia unei forţe electromotoare induse, sub acţiunea unui flux magnetic variabil în timp şi care trece prin suprafaţa mărginită de circuitul electric.
61	Inducţia electrostatică	Cîmp electric constant. Tensiunea.	Conductori, dielectrici.	Densitatea de suprafaţă a încărcării electrice. Creştere.	Apariţia, sub acţiunea unui cîmp electric exterior, pe suprafaţa conductorului sau a dielectricului a unor sarcini electrice egale şi de sens contrar.
62	Autoinducţia	Curent electric. Variaţia intensităţii.	Conductor electric închis	Cîmp electric. Forţă electromotoare.	Apariţia unei forţe electromotoare de inducţie într-un conductor închis, la modificarea în acesta a intensităţii curentului.
63	Emisia fotoelectronică (fotoefectul exterior)	Unda de lumină. Monocromatică. Frecvenţa peste graniţa roşie a fotoelectricului.	Corpuri solide şi fluide	Flux de electroni. Energia cinetică.	Eliberarea de electroni de către corpurile solide şi fluide sub acţiunea undei luminoase în vid sau în alt mediu.

	W	A	B	C	
64	Efectul termorezistiv	Temperatura. Modificarea temperaturii.	Conductori şi semiconductori	Rezistivitatea. Modificarea.	Modificarea rezistivităţii corpurilor conductoare la modificarea temperaturii. La conductori metalici rezistenţa creşte, iar la conductori lichizi şi la semiconductori - scade.
65	Efectul Meissner	1. Cîmp magnetic constant. Inducţie magnetică inferioară valorii critice. 2. Temperatura. Micşorarea sub valoarea critică a superconductivităţii.	Superconductori	Grad de magnetizare. Variaţie.	Eliminarea cîmpului magnetic din masa conductorului, la trecerea acestuia de la starea normală la cea de superconductor.
66	Efectul Pockels	Cîmp electric. Intensitatea.	Cristal piezoelectric.	Indicele de refracţie. Modificare.	Modificarea indicelui de refracţie al luminii în cristale dispuse într-un cîmp electric.
67	Curenţii Foucolt	Cîmp magnetic. Flux magnetic variabil.	Conductori masivi.	Curent electric în scurt circuit. Intensitatea curentului.	Apariţia curenţilor electrici închişi într-un conductor masiv, la modificarea fluxului magnetic.
68	Efectul magneto-galvano-elastic	1. Deformaţia. Deformaţia relativă. 2. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Substanţă feromagnetică.	Rezistivitate electrică. Modificare.	Modificarea rezistenţei electrice a substanţelor feromagnetice dispuse într-un cîmp magnetic şi supuse unor tensiuni elastice de întindere sau compresie.

	W	A	B	C	
69	Efectul magneto-electric în substanţele antiferomagnetice (I)	Cîmp electric variabil. Intensitatea.	Substanţele antiferomagnetice (oxid de crom etc.)	Capacitate de magnetizare	Apariţia magnetizării cristalului antiferomagnetic-dielectric, sub acţiunea unui cîmp electric exterior, în condiţiile unei anumite dispuneri simetrice ale ionilor magnetici în cristal.
70	Efectul magneto-electric în substanţele antiferomagnetice (II)	Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Substanţe antiferomagnetice (oxid de crom etc.)	Capacitate de polarizare	Polarizarea electrică a cristalului dielectric, antiferomagnetic, sub acţiunea unui cîmp magnetic exterior, în condiţiile unei anumite dispuneri simetrice ale ionilor electrici în cristal.
71	Efectul acusto-magneto-electric	1. Unda acustică. Ultrasunet. Frecvenţa. 2. Cîmp magnetic. Inducţia.	Semiconductori	Cîmp electric. Diferenţă de potenţial.	Apariţia diferenţei de potenţial într-un semiconductor dispus într-un cîmp magnetic perpendicular, după o direcţie perpendiculară cîmpului, în sensul transmiterii undei ultrasonore.
72	Efectul cîmpului electric asupra unei bucle electrice	1. Cîmp magnetic omogen. Inducţie magnetică. 2. Cîmp electric. Constant. Intensitatea.	Conductor închis (buclă)	Momentul forţei	Rotirea buclei de curent sub acţiunea unui moment de rotaţie, apărut ca urmare a dispunerii acesteia într-un cîmp magnetic omogen.
73	Rezonanţa paramagnetică-acustică	1. Unda acustică ultrasonoră. Frecvenţa. 2. Cîmp constant. Inducţie magnetică.	Substanţe paramagnetice	Unda acustică ultrasonoră. Putere. Micşorarea.	Absorbţie rezonantă a energiei undei ultrasonore de o anumită frecvenţă, la transmiterea acesteia printr-un cristal paramagnetic, aflat într-un cîmp magnetic constant.

	W	A	B	C	
74	Histerezis magnetic	Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Substanţe feromagnetice.	Grad de magnetizare. Modificare ciclică.	Dependenţă complexă a gradului de magnetizare a substanţei feromagnetice, funcţie de intensitatea cîmpului magnetic exterior. La o variaţie ciclică a intensităţii cîmpului, curba care caracterizează gradul de magnetizare a obiectului prezintă o buclă de histerezis.
75	Polarizarea substanţelor dielectrice	Cîmp electric. Intensitatea.	Substanţe dielectrice.	Capacitatea de polarizare.	Apariţia unui moment spaţial bipolar al substanţei dielectrice sub acţiunea cîmpului electric. Pe suprafaţa dielectricului apar sarcini legate (polarizate).
76	Ionizarea gazelor sub acţiunea cîmpului electric	Cîmp electric. Intensitatea. Creşterea peste valoarea critică.	Gaze	Flux de electroni şi ioni. Densitatea fluxului.	Apariţia ionilor pozitivi şi negativi şi a electronilor liberi din atomii neutri şi din moleculele gazului, sub acţiunea unui cîmp electric puternic.
77	Străpungerea dielectricului	Cîmp electric. Intensitate. Creştere.	Substanţe dielectrice	Rezistivitatea. Scădere rapidă.	Micşorarea bruscă a rezistenţei electrice a substanţei dielectrice, pînă la o valoare critică a intensităţii cîmpului electric asociat.
78	Emisia explozivă de electroni	Cîmp electric. Intensitatea. Creşterea peste valoarea critică.	Catod metalic ascuţit.	Flux de electroni. Densitatea fluxului.	Emisie intensă de electroni, condiţionată de trecerea substanţei catodului din fază condensată în plasmă, ca rezultat al supraîncălzirii locale, sub acţiunea unui cîmp electric superintens.
79	Triboluminiscenţa	Tensiune mecanică	Cristale luminofore	Luminiscenţă electromagnetică	Apariţia luminiscenţei în urma frecării abrazive, ştirbirii sau despicării unor cristale.

	W	A	B	C	
80	Descărcare în arc	1. Cîmp electric. Diferenţă de potenţial. 2. Presiune.	Gaze	Curent electric. Ionoelectronic. Intensitatea curentului.	Descărcare pseudostaţionară în gaze, menţinută la orice presiune, la diferenţă de potenţial între electrozi constantă sau variabilă cu o frecvenţă joasă.
81	Descărcare prin scînteie	Cîmp electric. Intensitate.	Gaze	Curent electric. Ionoelectronic. Intensitatea curentului.	Descărcare electrică nestabilă în gaze, care apare în urma ionizării acestora pe toată lungimea spaţiului dintre electrozi. Se caracterizează prin transmiterea curentului electric prin canale înguste, în zig-zag, intens luminoase.
82	Efectul fotomagnetoelectric	1. Undă luminoasă. Vizibilă. Frecvenţă. 2. Cîmp magnetic constant. Inducţie magnetică.	Semiconductori	Cîmp electric constant. Intensitatea cîmpului.	Apariţia cîmpului electric în semiconductori dispuşi în cîmp magnetic la iradierea acestora cu lumină. Cîmpul electric este perpendicular cîmpului magnetic şi direcţiei de propagare a luminii.
83	Efectul termoelectreţilor	1. Cîmp electric constant. Intensitatea. 2. Temperatura. Micşorare.	Dielectrici solizi (poliamide, polimetilmetacrilat, ebonită etc.)	Capacitate de polarizare	Apariţia unei capacităţi stabile de polarizare în substanţă dielectrică, la răcirea acesteia, în prezenţa unui cîmp magnetic constant.
84	Termoluminiscenţa	1. Undă luminoasă. Roentgen. 2. Temperatura. Creştere.	Substanţe solide luminofore	Luminiscenţă vizibilă. Intensitate.	Apariţia luminiscenţei la încălzirea unor substanţe excitate în prealabil le lumină sau de radiaţia Roentgen.

	W	A	B	C	
85	Magnetizarea corpurilor	Cîmp magnetic. Inducţie magnetică.	Substanţe magnetice (diamagnetice, paramagnetice, feromagnetice).	Magnetizare. Variaţie.	Apariţia, sau modificarea magnetizării substanţei sub acţiunea cîmpului magnetic exterior. Substanţele diamagnetice se magnetizează în sens invers cîmpului, iar cele para şi feromagnetice, în sensul cîmpului.
86	Descărcare electrică fără electrozi	Cîmp magnetic. De înaltă frecvenţă. Inducţie magnetică.	Gaze rarefiate	Curent electric. Închis. De înaltă frecvenţă. Intensitatea.	Descărcarea în gaze rarefiate sub acţiunea unui cîmp magnetic de înaltă frecvenţă.
87	Presiunea acustică	Unda acustică. Ultrasunet sau sunet. Intensitatea.	Obstacol material	Presiune	Presiune constantă ca valoare şi direcţie, pe care o suportă suprafaţa obstacolului aflat în calea transmiterii sunetului.
88	Electrostricţiunea	Cîmp electric. Tensiunea.	Corpuri dielectrice	Deformaţie. Deformaţie relativă.	Deformaţia corpului dielectric, sub acţiunea cîmpului electric exterior, proporţională cu pătratul tensiunii cîmpului.
89	Efectul Faraday	1. Cîmp magnetic constant. Inducţie magnetică. 2. Undă de lumină polarizată liniar.	Corpuri solide, lichide şi gazoase	Undă de lumină polarizată liniar. Rotirea planului de polarizare.	Rotirea planului de polarizare a luminii, polarizate liniar, care se transmite într-un corp izotrop, în lungul cîmpului magnetic constant în care acesta este dispus.

	W	A	B	C	
90	Efectul Cotton-Mouton	1. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică. 2. Undă luminoasă polarizată liniar.	Corpuri solide şi lichide izotrope.	Undă luminoasă polarizată eliptic.	Dubla deviere a luminii într-un corp izotrop aflat într-un cîmp magnetic puternic, perpendicular pe unda luminoasă.
91	Efectul Doppler în optică	1. Unda luminoasă. Frecvenţa. 2. Viteza.	Corpuri în mişcare	Undă luminoasă. Frecvenţă. Modificare.	Modificarea frecvenţei undei optice recepţionate de observator la mişcarea relativă a sursei de lumină şi a observatorului.
92	Efectul Karr	1. Cîmp electric omogen. Intensitate. 2. Undă luminoasă polarizată liniar.	Corpuri solide şi lichide izotrope.	Undă luminoasă polarizată eliptic.	Apariţia dublei devieri a razei de lumină în corpurile optice izotrope sub acţiunea unui cîmp electric omogen.
93	Termoconductivitatea corpurilor izotrope	Temperatura. Gradient.	Corpuri solide, lichide şi gazoase	Flux termic	Apariţia fluxului termic în corpul izotrop sub acţiunea gradientului de temperatură. Densitatea fluxului este proporţională cu gradientul de temperatură.
94	Efectul fotoplastic.	1. Undă luminoasă. Vizibilă. Frecvenţa. 2. Deformaţia. Deformaţia relativă.	Cristale semiconductoare (CdS, CdSe, etc.)	Rezistenţa mecanică. Creştere.	Creşterea rezistenţei pieselor deformate plastic sub acţiunea luminii.
95	Legea de bază a dinamicii corpului solid în mişcare de rotaţie	Momentul forţei	Corp solid	Acceleraţie unghiulară	Apariţia unei acceleraţii unghiulare la un corp supus unui moment mecanic exterior, acceleraţie proporţională cu mărimea momentului.

	W	A	B	C	
96	Efectul Doppler în acustică	1. Unda acustică. Frecvenţa. 2. Viteza.	Corp în mişcare	Unda acustică. Frecvenţa. Modificare.	Modificarea frecvenţei oscilaţiilor undei acustice recepţionate de observator în condiţiile mişcării relative a sursei de oscilaţii şi a observatorului.
97	Dubla difracţie a luminii	Undă de lumină. Vizibilă. Polarizată liniar.	Corpuri optice anizotrope	Iradiere electromagnetică. Vizibilă. Polarizată eliptic.	Bifurcarea razelor luminoase la trecerea acestora printr-un mediu anizotrop. La căderea unei unde luminoase polarizate liniar pe un mediu anizotrop, apar în acesta două unde cu planuri de polarizare perpendiculare între ele.
98	Efectul Nernst	1. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică. 2. Curent electric. Intensitatea curentului.	Semiconductor	Temperatură. Gradient.	Apariţia unui gradient de temperatură longitudinal într-un conductor cu curent electric, aflat într-un cîmp magnetic.
99	Dilatarea termică	Temperatura. Creştere.	Corpuri solide, lichide şi gazoase	Deformaţie. Deformaţie relativă.	Apariţia modificării dimensiunilor corpului prin încălzire. Se caracterizează prin coeficient liniar de dilatare pentru corpurile solide şi prin coeficient volumetric de dilatare pentru lichide şi gaze.
100	Efectul piezo-optic	Undă de lumină. Vizibilă. Polarizată liniar. 2. Tensiune mecanică	Corpuri solide izotrope	Radiaţie electromagnetică. Vizibilă. Polarizată eliptic.	Apariţia anizotropiei optice în corpurile iniţial izotrope sub acţiunea tensiunii mecanice, ceea ce duce la dublarea refracţiei undei luminoase.

	W	A	B	C	
101	Efectul fotorezistiv	Undă de lumină. Vizibilă. Ultravioletă.	Semiconductor	Conductivitate electrică. Creştere.	Creşterea conductivităţii electrice sub acţiunea iradierii electromagnetice (luminii).
102	Absorbiţia luminii	Undă de lumină. Intensitate.	Corpuri lichide solide gazoase. Amestecuri mecanice de gaze.	Emisie luminoasă. Intensitate. Micşorare.	Micşorarea intensităţii luminii la trecerea acesteia prin substanţă.
103	Reflecţie interioară totală	Undă luminoasă. Unghi de incidenţă mai mare decît cel critic şi mai mic de 90°.	Graniţa de separare a doi dielectrici cu indici diferiţi de difracţie.	Undă luminoasă. Unghi de reflecţie.	Reflecţie totală a energiei undei luminoase care cade pe graniţa de separare a două medii transparente, din mediul cu indice mai mare de defracţie.
104	Fotoluminiscenţa	Undă luminoasă. Vizibilă. Frecvenţa.	Substanţe fotoluminofore.	Undă luminoasă. Ultravioletă. Vizibilă. Infraroşie.	Apariţia luminiscenţei determinate de acţiunea asupra substanţei a undei luminoase.
105	Efectul Curie	Temperatura. Creştere	Substanţe paramagnetice	Permeabilitatea magnetică. Micşorare.	Permeabilitatea magnetică unitară a unor substanţe paramagnetice invers proporţională cu temperatura.

	W	A	B	C	
106	Fotoefectul de ventil	Undă luminoasă vizibilă	Contactul dintre doi semiconductori sau contact dintre un semiconductor şi un metal	Cîmp electric. Forţa electromotoare.	Apariţia sub acţiunea undei luminoase a unei forţe electromotoare într-un sistem conţinînd un contact dintre doi semiconductori diferiţi sau dintre un semiconductor şi un metal.
107	Efectul fotovoltaic cu mare lungime de undă	Undă luminoasă. Vizibilă.	Semiconductori în contact cu metalele (Cu, Cd, S, etc.)	Cîmp electric. Forţa electromotoare.	Apariţia forţei electromotoare în contactul semiconductorului cu un electrod metalic în urma absorbţiei de fotoni ai luminii, a căror energie este mai mică decît cea corespunzătoare zonei interzise de utilizare a semiconductorilor.
108	Efectul Ettingshausen	1. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică. 2. Curent electric perpendicular la cîmpul magnetic. Intesitatea curentului.	Conductori solizi	Temperatura. Gradient.	Apariţia unui gradient de temperatură într-un conductor solid prin care trece curent, sub acţiunea cîmpului magnetic, după o direcţie perpendiculară la curent şi la cîmp.
109	Emisia acusto-electronică	Unda acustică. Ultrasunet. Intensitate.	Radio electreţi.	Flux de elctroni. Energie cinetică.	Mărirea anormală a fluxului de electroni emis de suprafaţa radioelectretului (sub acţiunea iradierii exterioare cu electroni în urma excitării cu ultrasunete).
110	Deformaţia plastică în condiţiile acţiunii ultrasunetelor	1. Undă ultrasonoră. Frecvenţa. 2. Tensiune mecanică.	Corpuri solide deformabile plastic.	Limita de curgere. Micşorare.	Accentuarea caracteristicilor plastice ale corpului solid, aflat sub tensiune mecanică, în condiţiile unor vibraţii ultrasonore.

W		A	B	C	
111	Variaţie în salturi a rezistivităţii bialiajelor.	Concentraţia unui component al aliajului. Modificare.	Bialiaje de tipul soluţiilor solide.	Rezistivitatea electrică. Modificarea în salturi.	Modificarea în salturi a rezistivităţii electrice a bialiajelor prin modificarea concentraţiei elementelor constituente.
112	Modificarea în salturi a rezistivităţii semiconductorilor	Cîmp electric sub formă de impulsuri.	Semiconductori cu o caracteristică volt-amper în formă de S.	Rezistivitatea electrică. Modificarea în salturi.	Modificarea în salturi a rezistivităţii electrice a semiconductorilor sub acţiunea unui cîmp electric depăşind valoarea limită.
113	Descărcarea Penning	1. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică. 2. Cîmp electric. Diferenţă de potenţial.	Gaze	Curent electric. Electroionic. Intensitatea curentului.	Descărcarea electrică staţionară naturală în gaze într-un cîmp magnetic longitudinal.
114	Descărcare coronară	Cîmp electric. Neomogen. Tensiunea cîmpului electric.	Gaze	Curent electric. Electroionic. Intensitatea curentului.	Apariţia unei descărcări electrice naturale de înaltă tehsiune în gazele de înaltă presiune, într-un cîmp electric net neomogen, în apropierea electrozilor cu o mare curbură a suprafeţei.
115	Descărcare lentă	Cîmp electric. Diferenţă de potenţial.	Gaze	Curent electric. Electroionic. Intensitatea curentului.	Descărcare electrică în gaze care apare la mici diferenţe de potenţial între electrozi, la presiuni ridicate.

	W	A	B	C	
116	Ionizarea gazelor prin raze Roentgen	Radiaţii Roentgen. Intensitate.	Gaze	Flux de ioni şi electroni. Densitatea fluxului.	Generarea ionilor pozitivi şi negativi şi electronilor liberi din atomii neutri şi molecule de gaz sub acţiunea irradiaţiei Roentgen.
117	Ionizare termică	Temperatura	Gaze	Flux de ioni şi electroni. Densitatea fluxului.	Pierderea de către atomii şi moleculele gazului neutru a ionilor şi electrozilor ca rezultat al ciocnirilor mişcării termice la temperaturi ridicate.
118	Efectul Nerst-Etingshausen	1. Cîmp magnetic. Inducţie magnetică. 2. Temperatura. Gradient.	Conductori solizi	Cîmp electric. Tensiunea cîmpului electric.	Apariţia unui cîmp electric într-un conductor solid în prezenţa unui gradient de temperatură şi a unui cîmp magnetic perpendicular pe acesta.
119	Efectul Dember	Undă luminoasă vizibilă. Lungimea de undă sub lungimea de undă a limitei de absorţie.	Semiconductori de mare rezistenţă electrică (Zn, S, ZnS, CdS, etc.)	Cîmp electric. Forţă electromotoare.	Apariţia forţei electromotoare a cîmpului electric într-un semiconductor omogen, la iluminarea neuniformă a acestuia.
120	Legea Buger-Lambert-Ber	Undă luminoasă monocromatică. Intensitatea.	Substanţă absorbantă	Iradiere luminoasă. Intensitate. Micşorare	Slăbirea fluxului monocromatic a luminii la trecerea acesteia print-o substanţă absorbantă. Intensitatea fluxului la ieşire se micşorează după o lege exponenţială faţă de intensitatea iniţială.

ANEXA 5

STANDARDE PENTRU REZOLVAREA PROBLEMELOR CREATIVE

Clasa 1. *Construirea şi distrugerea sistemelor „subcîmp".*

1.1. Sinteza subcîmpurilor.
- 1.1.1. Construirea subcîmpului.
- 1.1.2. Subcîmpul complex interior.
- 1.1.3. Subcîmpul complex exterior.
- 1.1.4. Subcîmp în mediul exterior.
- 1.1.5. Subcîmp în mediul exterior cu adaosuri.
- 1.1.6. Regim maxim.
- 1.1.7. Regim minim.
- 1.1.8. Regim maxim selectabil.

1.2. Distrugerea subcîmpurilor
- 1.2.1. Eliminarea legăturii nedorite prin introducerea lui B_3.
- 1.2.2. Eliminarea legăturii nedorite prin introducerea lui B_1 modificat şi (sau) B_2.
- 1.2.3. „Extragerea" acţiunii nedorite.
- 1.2.4. Contracararea legăturilor nedorite cu ajutorul lui P_2.
- 1.2.5. „Deconectarea" legăturilor magnetice.

Clasa 2. *Dezvoltarea sistemelor subcîmp.*

2.1. Trecerea la subcîmpuri complexe.
- 2.1.1. Subcîmpuri în lanţ.
- 2.1.2. Subcîmpuri duble.

2.2. Forţarea subcîmpurilor.
- 2.2.1. Trecerea la cîmpuri mai intens dirijabile.
- 2.2.2. Fragmentarea lui B_2.
- 2.2.3. Trecerea la substanţe capilaro-poroase.
- 2.2.4. Dinamizarea.
- 2.2.5. Structuralizarea cîmpurilor.
- 2.2.6. Structuralizarea substanţelor.

2.3. Forţarea consonanţei.

2.3.1. Consonantizarea P cu B_1 (sau B_2).
2.3.2. Consonantizarea P_1 cu P_2.
2.3.3. Consonantizarea acţiunilor anterior divergente sau independente.

2.4. Subcîmpuri complex forţate.
2.4.1. Protosubcîmpuri complexe forţate.
2.4.2. Subcîmpuri complexe forţate.
2.4.3. Lichid magnetic.
2.4.4. Folosirea structurilor capilaro-poroase în subcîmpurile complexe forţate.
2.4.5. Subcîmpuri hipercomplexe forţate.
2.4.6. Subcîmpuri complexe forţate în mediu exterior.
2.4.7. Folosirea efectelor fizice.
2.4.8. Dinamizarea.
2.4.9. Structuralizarea.
2.4.10. Consonanţă în subcîmpurile complexe forţate.
2.4.11. Cîmpuri electrice.
2.4.12. Lichide reologice.

Clasa 3. *Trecerea la suprasistemă şi la micronivel.*

3.1. Trecerea la sisteme şi polisisteme.
3.1.1. Transformarea sistematică 1 - a: realizarea bisistemelor şi polisistemelor.
3.1.2. Dezvoltarea legăturilor în bisisteme şi în polisisteme.
3.1.3. Transformarea sistematică 1 - b: creşterea diferenţelor între elemente.
3.1.4. Combinarea bisistemelor şi polisistemelor.
3.1.5. Transformarea sistematică 1 - c: proprietăţile contradictorii a întregului şi a părţilor.

3.2. Trecerea la micronivel.
3.2.1. Transformarea sistematică - 2: trecerea la micronivel.

Clasa 4. *Standarde pentru depistarea şi măsurarea sistemelor.*

4.1. Căi de ocolire.
4.1.1. În loc de depistare şi măsurare - modificarea sistemului.
4.1.2. Folosirea copiilor.
4.1.3. Măsurarea - două depistări succesive.

4.2. Sinteza sistemelor de măsurare.
4.2.1. Subcîmpul măsurător.
4.2.2. Subcîmpul măsurător complex.
4.2.3. Subcîmpul măsurător în mediul exterior.

4.2.4. Obţinerea de adaosuri în mediul exterior.
4.3. Forţarea subcîmpurilor măsurătoare.
4.3.1. Folosirea efectelor fizice.
4.3.2. Folosirea rezonanţei obiectului controlat.
4.3.3. Folosirea rezonanţei obiectului asociat.
4.4. Trecerea la sisteme de subcîmpuri complexe forţate.
4.4.1. Protosubcîmpuri complexe forţate măsurătoare.
4.4.2. Subcîmpuri complexe forţate măsurătoare.
4.4.3. Subcîmpuri hipercomplexe forţate măsurătoare.
4.4.4. Cîmp complex forţat măsurător în mediul exterior.
4.4.5. Folosirea efectelor fizice.
4.5. Direcţia dezvoltării sistemelor măsurătoare.
4.5.1. Trecerea la bisisteme şi polisisteme.
4.5.2. Direcţia dezvoltării.

Clasa 5. *Standarde la folosirea standardelor.*

5.1. Introducerea de substanţe.
5.1.1. Căi de ocolire.
5.1.2. Dedublarea substanţei.
5.1.3. Autoeliminarea reziduurilor.
5.1.4. Introducerea de cantităţi mari de substanţă.
5.2. Introducerea de cîmpuri.
5.2.1. Folosirea cîmpurilor pe bază de concordanţă (compatibilitate).
5.2.2. Introducerea cîmpurilor din mediul exterior.
5.2.3. Folosirea substanţelor care pot deveni surse de cîmpuri.
5.3. Transformări de faze.
5.3.1. Schimbarea fazelor.
5.3.2. Stare dedublată de fază.
5.3.3. Folosirea unor fenomene însoţitoare.
5.3.4. Trecerea la două faze.
5.3.5. Interacţiunea fazelor.
5.4. Particularităţile folosirii efectelor fizice.
5.4.1. Transformări autoreglabile.
5.4.2. Amplificarea cîmpului la ieşire.
5.5. Standardele experimentale.
5.5.1. Obţinerea de particole de substanţă prin divizare.
5.5.2. Obţinerea de particole de substanţă prin compunere.
5.5.3. Folosirea standardelor 5.5.1 şi 5.5.2.

ANEXA 6

TRANSFORMĂRI TIP PENTRU REZOLVAREA CONTRADICŢIILOR FIZICE [37] ALTŞULER

Transformarea tip	Exemple
0	1
1. Separarea proprietăţilor contrare în spaţiu	- Pentru eliminarea prafului în exploatările miniere, picăturile de apă trebuie să fie fine, dar acestea produc ceaţă. Soluţie: picăturile fine sînt separate în spaţiu, printr-un con de picături mari.
2. Separarea proprietăţilor contrare în timp.	- Modificarea lăţimii electrodului panglică funcţie de variaţia lăţimii cordonului de sudură (S-2.2.3)
3. Transformarea sistemică *a*: reunirea sistemelor omogene sau neomogene într-o suprasistemă.	- Slebingul (plăcile laminate) se transportă, pe căile cu role, în contact una cu alta, astfel încît marginile să nu se răcească (S-3.1.1)
4. Transformarea sistemică *b*: de la sistemă la antisistemă sau prin corelarea sistemei cu antisistema	- Metoda de oprire a hemoragiei printr-un tampon îmbibat cu sînge de grupă contrarie (S-3.1.3)
5. Transformarea sistemică *c*: sistema în ansamblu capătă calitatea C, în timp ce părţile separate capătă calitatea anti-C.	- Părţile active ale dispozitivelor de prindere a pieselor de formă complexă sînt rigide, în timp ce ansamblul este flexibil.

0	1
6. Transformarea sistemică *d*: trecerea la sistemă lucrînd la micronivel.	- În loc de macara mecanică - o „termomacara" din două materiale cu coeficienţi de dilatare termică diferiţi. La încălzire se obţin deplasări. (S-3.2.1)
7. Transformare de fază *a*: modificarea fazei (stării) unei părţi a sistemei sau a mediului exterior	- Pentru alimentarea cu gaz comprimat în mine - transportul gazului se face în stare rarefiată. (S-5.3.1)
8. Transformare de fază *b*: faza „dedublată" a unei părţi din sistemă (trecerea acestei părţi dintr-o stare în alta, funcţie de condiţiile de lucru).	- Schimbător de căldură prevăzut cu „plachete" din nichel-titan, care la creşterea temperaturii se încoṇvoaie, mărind suprafaţa de răcire. (S-5.3.2)
9. Transformare de fază *c*: folosirea de fenomene însoţitoare transformării de fază.	- Dispozitiv pentru transportul sarcinilor îngheţate, avînd elemente de reazem sub forma unor prisme de gheaţă (care reduc coeficientul de frecare ca urmare a topirii locale). (S-5.3.3)
10. Transformare de fază *d*: înlocuirea substanţei monofază prin substanţă bifazică.	- Procedeu de rectificare, la care mediul activ este constituit din lichid (cositor topit) şi particule abrazive feromagnetice. (S-5.3.4 şi 5.3.5)
11. Transformarea fizico-chimică: apariţia-dispariţia substanţei ca urmare a disocierii-combinării, ionizării-recombinării.	- Pentru plastifierea masei lemnoase cu amoniac, se îmbibă lemnul cu săruri de amoniu, care se disociază la frecare. (S-5.5.1 şi 5.5.2)

ANEXA 7

CLASIFICAREA INTERNAŢIONALĂ A INVENŢIILOR

Nr. crt.	SUBSECŢIUNE	CLASA	
	Denumirea conţinutului	Simbol	Denumirea conţinutului
1	2	3	4
1	Activităţi rurale	A.01	Agricultură, silvicultură, zootehnie, vînătoare, punerea de capcane, pescuit
2	Alimentaţie, tutun	A.21	Coacere-produse comestibile din aluat
		A.22	Abator-prelucrarea cărnii, prelucrarea păsărilor, prelucrarea peştelui
		A.23	Produse alimentare şi tratarea lor, necuprinse în alte clase
		A.24	Tutun, ţigarete, obiecte pentru fumători
3	Obiecte personale şi de menaj	A.41	Îmbrăcăminte
		A.42	Acoperăminte de cap
		A.43	Încălţăminte
		A.44	Articole de mărunţişuri (mercerie), bijuterii
		A.45	Obiecte de uz personal şi articole de voiaj
		A.46	Articole din peri
		A.47	Mobile, articole sau aparate pentru menaj, mori de cafea, mori pentru mirodenii, aspiratoare în general
4	Sănătate, salvare şi distracţii	A.61	Medicină umană şi veterinară, Igienă
		A.62	Salvarea vieţii, combaterea incendiilor
		A.63	Sporturi, jocuri, distracţii

1	2	3	4
5	Separare şi amestecare	B.01	Procedee şi aparate fizice şi chimice; generalităţi
		B.02	Sfărîmare, reducere în stare pulverulentă sau dezagregare; tratarea prealabilă a materialelor pentru măcinare
		B.03	Separarea solidelor cu ajutorul lichidelor sau prin utilizarea meselor sau sitelor cu pistoane pneumatice, separarea magnetică sau electrostatică
		B.04	Aparate sau maşini centrifugale, utilizate pentru procedee fizice sau chimice
		B.05	Pulverizare şi atomizare în general, aplicarea lichidelor pe suprafeţe, generalităţi
		B.06	Producerea sau transmiterea vibraţiilor mecanice. Generalităţi
		B.07	Separarea solidelor, sortare
		B.08	Curăţire

1	2	3	4
6	Modelare	B.21	Prelucrarea mecanică a metalelor fără pierdere substanţială de materiale, decuparea metalelor cu ajutorul uneltelor.
		B.22	Turnătorie; metalurgia pulberilor metalice
		B.23	Maşini-unelte, prelucrarea metalelor neprevăzute în alte capitole
		B.24	Şlefuire, polizare
		B.25	Unelte manuale, unelte cu motor portativ; manipulatoare.
		B.26	Unelte pentru tăiere manuală; maşini sau dispozitive de tăiere, care nu sînt adaptate în mod special la unele materiale sau scopuri anumite
		B.27	Prelucrarea şi conservarea lemnului sau a materialelor similare; maşini pentru bătut cuie, prindere în agrafe sau broşare - generalităţi.
		B.28	Prelucrarea cimentului, argilei şi a pietrei.
		B.29	Prelucrarea maselor plastice, prelucrarea materialelor în stare plastică, generalităţi, prelucrarea materialelor neprevăzute în altă parte
		B.30	Prese
		B.31	Fabricarea articolelor din hîrtie, prelucrarea hîrtiei
		B.32	Produse stratificate
7	Imprimerie, papetărie, decoraţiuni	B.41	Imprimerie, liniere, maşini de scris, timbre
		B.42	Legătorie, albume, clasoare, imprimate speciale
		B.43	Materiale pentru scris şi desenat, accesorii pentru birou
		B.44	Cultură, artă decorativă, pictură, acoperiri

1	2	3	4
8	Transporturi şi manipulări	B.60	Vehicule, generalităţi
		B.61	Căi ferate
		B.62	Vehicule terestre care se deplasează altfel decît pe şine
		B.63	Nave sau alte obiecte plutitoare, echipamentul acestora.
		B.64	Aeronautică, aviaţie, astronautică
		B.65	Manipulare: ambalaj, depozitare, manipularea materialelor sub formă plană sau filiformă
		B.66	Urcare, ridicare, remorcare
		B.67	Manipularea lichidelor
		B.68	Harnaşamente
9	Chimie	C.01	Chimie minerală
		C.02	Tratarea apei, a apelor reziduale şi a apelor de scurgere
		C.03	Sticlă, lînă minerală şi lînă minerală din zgură
		C.04	Cimenturi, materiale ceramice etc.: materiale pentru izolare acustică sau termică
		C.05	Fabricarea îngrăşămintelor
		C.06	Explozivi, chibrituri
		C.07	Chimie organică
		C.08	Compuşi macromoleculari, prepararea şi prelucrarea lor chimică, compoziţii pe bază de compuşi macromoleculari
		C.09	Coloranţi, vopsele, produse de lustruit, răşini naturale, adezivi, compoziţii diverse, diverse utilizări de substanţe
		C.10	Industria petrolului, a gazelor şi a cocsului, gaz de sinteză, conţinînd oxid de carbon combustibil, lubrifianţi, turbă
		C.11	Uleiuri, grăsimi, materii grase şi ceruri animale şi vegetale, acizii lor graşi, detergenţi, lumînări.
		C.12	Industriile fermentative, berea, spirtoasele, vinul, oţetul, drojdia
		C.13	Industria zahărului şi a amidonului
		C.14	Piei crude, piei cu blană, piei fine

1	2	3	4
10	Metalurgie	C 21	Metalurgia fierului
		C 22	Metalurgie, aliaje feroase şi neferoase, tratamentul aliajelor sau al metalelor neferoase
		C 23	Prelucrarea şi tratamentul metalelor prin procedee nemecanice, acoperirea materialelor cu metale; mijloace pentru a combate coroziunea. Depunerea pietrei sau a încrustaţiilor în general.
11	Textile şi materiale flexibile neprevăzute în altă parte	D 01	Fibre şi fire naturale sau artificiale. Filaturi
		D 02	Fire, finisare mecanică a firelor sau cordurilor, urzire sau înfăşurare
		D 03	Ţeserea
		D 04	Împletire, fabricarea dantelelor, tricotaje, pasmanterie, produse neţesute
		D 05	Coasere, brodare, introducere a pluşului sau smocurilor prin întreţesere
		D 06	Tratamentul textilelor etc., spălare materiale flexibile neprevăzute în altă parte
		D 07	Frînghii, cabluri, altele decît cablurile electrice
12		D 21	Fabricarea hîrtiei, producerea celulozei
13	Lucrări publice şi clădiri	E 01	Construire de drumuri de căi-ferate şi de poduri
		E 02	Hidraulică, fundaţii, terasament
		E 03	Alimentare cu apă, evacuare de ape
		E 04	Clădirea
		E 05	Închizători, chei, garnituri pentru uşi şi ferestre, case de bani
		E 06	Uşi, ferestre, obloane sau jaluzele cu rulouri în general, scări
14	Exploatare minieră	E 21	Exploatare minieră

1	2	3	4
15	Maşini motrice, motoare şi pompe	F 01	Maşini sau maşini motrice în general; Ansambluri funcţionale de maşini motrice în general; maşini cu abur.
		F 02	Motoare cu combustie; Ansambluri funcţionale de motoare cu gaze calde sau cu produse de ardere.
		F 03	„Maşini" sau maşini motrice cu lichide, mecanisme, motoare cu aer, cu resorturi cu greutăţi şi altele: producerea de energie mecanică sau de împingere propulsivă prin reacţie, neprevăzută în altă parte.
		F 04	„Maşini" cu lichide cu deplasare pozitivă. Pompe cu lichide sau cu fluide compresibile.
		F 15	Dispozitive de manevră folosind presiunea unui fluid; hidraulica sau tehnica pneumatică în general.
		F 16	Elemente şi ansambluri de tehnologie, măsuri generale pentru a asigura buna funcţionare a maşinilor sau instalaţiilor, izolaţie termică în general.
		F 17	Depozitarea sau distribuţia gazelor sau a lichidelor
16	Iluminat şi încălzire	F 21	Iluminat
		F 22	Producerea de vapori
		F 23	Aparate de ardere; procedee de ardere
		F 24	Încălzire, cuptoare, ventilaţie
		F 25	Refrigerarea şi răcirea: Fabricarea şi înmagazinarea gheţii, lichefierea şi solidificarea gazelor.
		F 26	Uscarea unui material solid sau a unor obiecte prin eliminarea lichidului pe care-l conţin.
		F 27	Cuptoare; retorte de distilare
		F 28	Schimbătoare de căldură în general
17	Armament Exploziv	F 41	Arme, explozii (aruncătoare în aer)
		F 42	Muniţii, explozii (aruncătoare în aer)

1	2	3	4
18	Instrumente	G 01	Metrologie, încercări
		G 02	Optică
		G 03	Fotografie, cinematografie, electrografie
		G 04	Tehnica măsurării timpului
		G 05	Comandă, reglare
		G 06	Calcul, numărare
		G 07	Sisteme de control
		G 08	Semnalizare
		G 09	Învăţământ, criptografie, publicitate, sigilii
		G 10	Instrumente muzicale, acustică
		G 11	Înregistrarea informaţiei
		G 12	Detalii şi părţi constructive ale instrumentelor
19.	Ştiinţa nucleară	G 21	Fizica nucleară, tehnica nucleară
20	Electricitate	H 01	Elemente electrice fundamentale
		H 02	Producerea, transformarea sau distribuţia energiei electrice
		H 03	Circuite electronice fundamentale
		H 04	Tehnica comunicaţiilor electrice
		H 05	Tehnici electrice neprevăzute în altă parte

CUPRINS

Partea I

BAZELE CREAŢIEI TEHNICE

Pag.

1. SINTEZA CREATIVĂ - MIJLOC DE BAZĂ PENTRU ACCELERAREA PROGRESULUI TEHNIC ŞI ŞTIINŢIFIC 1
   Actualitatea şi perspectivele inventicii 8

2. INVENTATORUL - FIGURA CENTRALĂ A REVOLUŢIEI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE CONTEMPORANE 17

3. BAZELE PRAXICOLOGICE ALE CREAŢIEI TEHNICE 22
   3.1. Praxiologia şi inventica 22
   3.2. Acţiunea şi eficienţa acesteia 23
   3.3. Valorile tehnico-economice şi produsele şi tehnologiile performante. Eficienţa tehnico-economică 24
      3.3.1. Performanţa tehnico-economică; produse (obiecte tehnice) şi tehnologii performante 25
   3.4. Invarianţii tehnicii (categoriile tehnicii) 26
      3.4.1. Obiectul tehnic şi tehnologia 26
      3.4.2. Ordinea (ierarhia) descrierii obiectelor tehnice 27
      3.4.3. Sistematica problemelor de căutare şi selectare a soluţiilor tehnice 30
      3.4.4. Legăturile obiectului tehnic cu mediul ambiant 32
      3.4.5. Listarea atributelor (cerinţelor, funcţiilor) obiectului tehnic 33
   3.5. Analiza fizico-funcţională şi modelarea obiectelor tehnice 33
      3.5.1. Descrierea structurii constructiv-funcţionale a obiectului tehnic 34
      3.5.2. Metodica analizei sistemelor tehnice 36
      3.5.3. Elaborarea structurii funcţionale a sistemului tehnic 38
      3.5.4. Modelarea sistemelor tehnice prin analiza cîmp-substanţă 39
   3.6. Criteriile dezvoltării obiectelor tehnice 39

3.6.1. Condiţiile pentru alegerea şi descrierea criteriilor de dezvoltare a obiectelor tehnice 40
3.6.2. Criteriile funcţionale ale dezvoltării obiectelor tehnice 42
3.6.3. Criteriile tehnologice ale dezvoltării obiectelor tehnice 42
3.6.4. Criteriile economice ale dezvoltării obiectelor tehnice 42
3.6.5. Criteriile antropologice ale dezvoltării obiectelor tehnice 43
3.7. Evoluţia constructivă a obiectelor tehnice 43
3.7.1. Metodica descrierii evoluţiei constructive a obiectelor tehnice 44
3.8. Legile structurării şi dezvoltării tehnicii 44
3.8.1. Legea evoluţiei progresive a tehnicii 45
3.8.2. Etapele dezvoltării sistemelor (obiectelor) tehnice 45
3.8.3. Legea corespondenţei dintre funcţie şi structură 47
3.8.4. Legea dezvoltării în stadii a tehnicii 48
3.8.5. Legea dezvoltării inegale a componentelor obiectului (sistemului) tehnic; contradicţiile obiectelor tehnice 48
3.9. Ingineria valorii şi inventica. Planuri operaţionale 49
3.10. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa I 51
3.11. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa II 57
3.12. Formularea prin deducţie a temelor de creaţie de speţa III 57
3.13. Dinamica procesului în domeniul perfecţionărilor tehnice 58

4. INVENTICA - ŞTIINŢĂ ŞI ARTĂ A CREAŢIEI TEHNICE; POLIVALENŢA ŞI INTERFERENŢELE INVENTICII 61
4.1. Locul inventicii în ansamblul ştiinţelor 63
4.2. Inventica şi proiectarea creativă 64
4.3. Inventica şi proiectarea optimală 67
4.4. Inventica şi creatologia 70
4.5. Inventica; psihologia consonantistă şi logica rezonanţei 72
4.6. Inventica şi praxiologia 75
4.7. Inventica, designul şi designul industrial 75
4.8. Inventica, informatica şi cibernetica 75

5. INVENŢIA - REZULTATUL PRINCIPAL AL SINTEZEI CREATIVE ÎN TEHNICĂ 79
5.1. Caracteristicile produsului creat 79
5.2. Proprietatea intelectuală şi proprietatea industrială 80
5.3. Definirea invenţiei 81
5.4. Importanţa tehnică, ştiinţifică şi economică a invenţiilor şi a brevetelor de invenţii 82

5.5. Clasificarea invenţiilor 83
5.5.1. Clasificarea invenţiilor după modul de elaborare 83
5.5.2. Clasificarea invenţiilor după natura temei pe care o rezolvă 84
5.5.3. Clasificarea invenţiilor după domeniul de specialitate din care face parte tema (după clasificarea internaţională) 86
5.5.4. Clasificarea invenţiilor după natura elementelor de noutate conţinute 87
5.5.5. Clasificarea invenţiilor după nivelul, importanţa şi aportul elementelor de noutate conţinute 87
5.5.6. Clasificarea invenţiilor după actul de proprietate care poate fi acordat 88
5.5.7. Clasificarea invenţiilor după speţa noutăţii 88
5.5.8. Clasificarea invenţiilor după obligaţiile contractuale ale inventatorilor 89
5.5.9. Clasificarea invenţiilor după dreptul de proprietate 89
5.5.10. Clasificarea invenţiilor după gradul de extensie a protecţiei 89

6. BAZELE PSIHOGNOSEOLOGICE ALE SINTEZEI CREATIVE ÎN TEHNICĂ 91
6.1. Scoarţa cerebrală - sediul gîndirii umane 91
6.2. Psihicul uman definit din punct de vedere informaţional 97
6.3. Competenţa şi performanţa creierului uman 99
6.4. Raportul dintre informaţie competenţă-performanţă şi vîrstă; necesitatea învăţării permanente 100
6.5. Structura psihologică a intelectului uman 110
6.5.1. Gîndirea convergentă şi gîndirea divergentă 110
6.5.2. Flexibilitatea gîndirii 111
6.6. Componentele gîndirii tehnice 112
6.6.1. Factorii care determină specificul gîndirii tehnice 112
6.6.2. Gîndirea tehnică - gîndire teoretică-practică 112
6.6.3. Gîndirea tehnică - gîndire conceptual figurală 113
6.6.4. Trei componente structurale ale gîndirii tehnice 113
6.7. Unitatea dintre gîndirea logică, afectivă şi practică a inventatorului 114
6.8. Structurile euristice fundamentale 115
6.8.1. Eurema de acumulare şi comprehensiune a informaţiei 116
6.8.2. Eurema asociativ-combinatorie 118
6.8.3. Eurema energetică-stimulatorie 119
6.8.4. Eurema critică 120
6.8.5. Eurema ideativ-perceptivă şi de obiectualizare a imaginii 120
6.8.6. Eurema acţional-practică 122

6.8.7. Modele complexe de structuri creative 122
6.9. Conştientul şi inconştientul în creaţia tehnică 125
6.10. Etapele creaţiei tehnice în invenţia spontană şi cea stimulată 126
6.10.1. Etapa de pregătire 126
6.10.2. Etapa de incubaţie 128
6.10.3. Etapa de iluminare 129
6.10.4. Etapa de verificare inginerească 133

7. OBSTACOLE DE BAZĂ ÎN FAŢA CREAŢIEI TEHNICE SPONTANE ŞI A CELEI STIMULATE 135
7.1. Obstacole interne-individuale din faţa creaţiei tehnice 138
7.1.1. Obstacolele de ordin gnoseologic 138
7.1.2. Obstacolele de ordin psihologic 142
7.1.3. Obstacolele de ordin educaţional 146
7.2. Obstacolele externe-obiective din faţa creaţiei tehnice 152
7.2.1. Obstacolele de ordin tehnico-organizatorice 152
7.2.2. Obstacolele de ordin psiho-social 153

8. BAZELE PSIHOPEDAGOGOCE ALE CREAŢIEI TEHNICE 156
8.1. Principii ale organizării unui învăţământ tehnic superior şi postuniversitar creativ 158
8.1.1. Experienţa Institutului Politehnic din Iaşi în dezvoltarea creativităţii la studenţi 159
8.1.2. Cursurile postuniversitare de inventică 162
8.2. Teoria dezvoltării personalităţii creatoare 165

9. BAZELE PSIHOSOCIOCULTURALE ALE CREAŢIEI TEHNICE 169
9.1. Componentele sistemului creativ 170
9.2. Subsistemul personologic al inventatorului 170
9.3. Subsistemul socio-cultural 173
9.4. Subsistemul organizaţional 173
9.5. Subsistemul relaţional 173
9.6. Modelul organizaţiei creative 174
9.7. Strategia întreprinderii şi strategia inventatorului 176

10. BAZELE LOGICE-MATEMATICE ALE INVENTICII 181
10.1. De la arta creaţiei tehnice spre o ştiinţă a creaţiei 181
10.2. Bazele combinatorice ale inventicii 184
10.2.1. Cercetarea morfologică prin matrice 186
10.2.2. Exemplu de matrice morfologică a ideilor 194
10.2.3. Cercetarea morfologică secvenţial-selectivă 199
10.2.4. Cercetarea morfologică ponderată-selectivă prin divizare pe submorfologii 202

10.2.5. Cercetarea morfologică prin enumerare ordonată (lexicografică) 210
10.2.6. Cercetarea morfologică prin avansare aleatorie 211
10.2.7. Cercetarea morfologică prin asemănare 213
10.2.8. Cercetarea morfologică prin diagrame de idei 213
10.2.9. Exemplu de diagramă a ideilor 214
10.2.10. Cercetarea morfologică prin elaborarea obiectului generalizat al creaţiei tehnice 218
10.2.11. Exemplu de obiect generalizat al creaţiei tehnice 218
10.3. Problemele de bază ale programării matematice în căutările creative 221
10.3.1. Clasificarea problemelor de căutare creativă prin programare matematică 222
10.4. Unele metode simple de determinare a curbelor sau suprafeţelor optime 224
10.4.1. Curbe şi suprafeţe care asigură condiţia de optim prin constanta unor parametri de bază 225
10.4.2. Corelaţii calitative obţinute prin metoda multiplicatorilor lui Lagrange 228
10.5. Sinteza curbelor, suprafeţelor şi volumelor optime prin calcul variaţional 231
10.6. Optimizare globală 238
10.6.1. Optimizare globală absolută (ideală) 238
10.6.2. Metode de apropiere a soluţiei optime de soluţia optimă globală absolută 242
10.7. Bazele algoritmizării căutărilor creative în tehnică 251
10.7.1. Determinarea mulţimii R_T a tuturor soluţiilor tehnice posibile 251
10.7.2. Formularea problemei căutării mulţimii soluţiilor tehnice raţionale 253
10.8. În loc de concluzii; euristicul şi algoritmicul în creaţia tehnică 253

Partea a II-a

DEMERSURI, TEHNICI ŞI METODE DE CREAŢIE TEHNICĂ

11. TEHNICILE ŞI METODELE INTUITIVE DE CREAŢIE TEHNICĂ 264
11.1. Tehnicile euristice, intuitive de creaţie tehnică 264
11.1.1. Asocierea consonantă 265
11.1.2. Analogia şi extrapolarea 266
11.1.3. Inversia 270
11.1.4. Empatia 271

11.1.5. Combinarea 272
11.1.6. Modificarea-ameliorarea-dezvoltarea 272
11.2. Tehnici logico-intuitive 273
11.2.1. Tehnica input-output (a intrărilor şi a ieşirilor) 273
11.2.2. Tehnica listelor interogative de verificare-Osborn 274
11.2.3. Tehnica demersurilor euristice 275
11.3. Metodele psihologice de creaţie 277
11.3.1. Brainstormingul (metoda Osborn) 278
11.3.2. Sinectica - metoda Gordon 285
11.3.3. Metoda Delphi 289
11.3.4. Metoda PHILIPS 66 290
11.3.5. Discuţia Panel 290
11.3.6. Metoda 6-3-5 291
11.3.7. Metoda FRISCO 291
11.4. Metode logico-intuitive de creaţie tehnică 293
11.4.1. Metoda demersurilor euristice 293
11.4.2. Metoda ghirlandelor de asociaţii 296
11.4.3. Metoda euristică generalizată de căutare a noilor soluţii tehnice 299
11.4.4. Structurarea metodelor logico-euristice specializate 305

12. METODELE LOGICE COMBINATORICE-DEDUCTIVE ALE INVENTICII 308
12.1. Metoda matricelor morfologice de idei Zwicky-Moles 308
12.1.1. Listarea 309
12.1.2. Analiza combinatorie 309
12.1.3. Evaluarea soluţiilor 309
12.1.4. Exemplu de caz real de aplicare a metodei morfologice Zwicky 309
12.2. Metoda obiectului generalizat al creaţiei tehnice 310
12.2.1. Listarea şi stabilirea ansamblelor formatoare 313
12.2.2. Schematizarea principială a elementelor formatoare 314
12.2.3. Elaborarea obiectului generalizat al creaţiei 315
12.2.4. Eliminarea variantelor incompatibile 316
12.2.5. Evidenţierea variantelor aparent incompatibile 317
12.2.6. Evidenţierea, evaluarea şi critica variantelor existente 320
12.2.7. Restrîngerea obiectului creaţiei tehnice 324
12.2.8. Analiza inginerească a variantelor constructiv-funcţionale-tehnologice posibile 328
12.2.9. Detalierea variantei optime, folosind tehnicile de creaţie 331
12.3. Metoda maşinizată de creaţie tehnică 334
12.3.1. Sinteza calitativă a principiilor fizice de funcţionare 335
12.3.2. Algoritmul elaborării mulţimii de soluţii 336
12.3.3. Sinteza cantitativă a principiului fizic de funcţionare 338

12.4. Metoda logică generalizată a căutării noilor soluţii tehnice 340
12.4.1. Elaborarea algoritmurilor căutărilor euristice particulare - specializate, pentru rezolvarea unor clase concrete de probleme tehnice 341
12.5. Algoritmul Altşuler de rezolvare a problemelor creative - ARPC (ARIZ) 344
12.5.1. Analiza problemei 345
12.5.2. Analiza modelului problemei 348
12.5.3. Determinarea imaginii ideale a soluţiei şi a contradicţiei fizice 349
12.5.4. Mobilizarea şi utilizarea resurselor subcîmp 350
12.5.5. Utilizarea fondului informaţional 351
12.5.6. Modificarea sau înlocuirea problemei 352
12.5.7. Analiza metodei de eliminare a contradicţiei fizice 353
12.5.8. Aplicarea răspunsului obţinut 353
12.5.9. Analiza mersului rezolvării 354
12.5.10. Exemplu de aplicare a ARPC 354

Partea a III-a

FLUXUL GENERAL AL INVENTICII ŞI ETAPELE DE BAZĂ ALE ACESTUIA

13. FLUXUL GENERAL AL INVENTICII 362
13.1. Proiectarea reproductivă şi proiectarea creativă 362
13.2. Fluxul general al inventicii 364
13.3. Alegerea căii în cadrul fluxului general al inventicii 366
13.4. Etapele inventicii în cazul folosirii euriritmului generalizat 368

14. INFORMAREA ŞI SINTEZA PRELIMINARĂ A INFORMAŢIILOR 380
14.1. Analiza revistelor de referate, recenzii şi semnalare 382
14.2. Analiza brevetelor de invenţii 383
14.3. Analiza standardelor, normelor departamentale şi a normelor interne 387
14.4. Analiza prospectelor, cataloagelor de produse şi a reclamelor 388
14.5. Analiza articolelor de specialitate 388
14.6. Analiza monografiilor 388
14.7. Analiza capitolelor din tratate, manuale şi îndrumare de proiectare 389
14.8. Confruntarea cu băncile centralizate de date 389

15. CONSTITUIREA FONDULUI INFORMAŢIONAL SPECIAL 391
15.1. Constituirea fondului de efecte (principii) fizice utilizabile 391

15.2. Constituirea fondului de soluţii tehnice existente 392
15.3. Elaborarea listei generale a cerinţelor tehnice 392
15.4. Elaborarea listei de materiale şi elemente constructive aplicabile 393
15.4.1. Proprietăţile fizico-mecanice ale materialelor 394
15.4.2. Prezentarea matricei generale de corespondenţă dintre materiale şi procedeele de formare 395
15.4.3. Prezentarea matricei generale de corespondenţă dintre materiale şi procedeele de îmbinare 395
15.4.4. Alegerea raţională a materialului 395
15.4.5. Elaborarea listei elementelor constructive aplicabile 399
15.5. Elaborarea listei proceselor tehnologice de fabricaţie utilizabile 399
15.6. Elaborarea listei demersurilor, tehnicilor, procedurilor şi metodelor euristice 399
15.7. Elaborarea listei soluţiilor tehnice de vîrf 400
15.8. Elaborarea listei metodelor de apreciere ştiinţifică a valorii soluţiilor tehnice din clasa dată 400

16. FORMULAREA PRELIMINARĂ A TEMEI DE CREAŢIE 401

17. ANALIZA TEMEI DE CREAŢIE 405

18. PRECIZAREA ŞI DETALIEREA TEMEI DE CREAŢIE 410

19. CĂUTAREA IDEILOR TEHNICE, SOLUŢIILOR ŞI PRINCIPIILOR FIZICE DE FUNCŢIONARE 414

20. ALEGEREA SOLUŢIILOR OPTIME 418

21. FINISAREA SOLUŢIILOR SELECTATE 421

22. ANALIZA INGINEREASCĂ A SOLUŢIILOR SELECTATE; ANALIZA TEORETICĂ A INDICATORILOR TEHNICO-ECONOMICI AI SOLUŢIILOR SELECTATE ŞI ESTIMAREA PERSPECTIVELOR DE IMPLEMENTARE 424
22.1. Precizarea problemei de analiză inginerească 425
22.2. Modelarea fizico-matematică a soluţiilor selectate 426
22.3. Estimarea efectelor obţinute prin utilizarea soluţiilor noi 436
22.4. Estimarea perspectivelor soluţiilor selectate 437
22.5. Deteminarea domeniilor optime de utilizare practică a soluţilor noi selectate 437
22.6. Deteminarea domeniilor de utilizare a soluţilor analoage de vîrf 437
22.7. Estimarea efectului economic 437

22.8. Expertiza brevetabilităţii şi a purităţii de brevet 437
22.9. Elaborarea descrierilor de invenţii pentru soluţiile selectate-brevetabile 447

23. ANALIZA INGINEREASCĂ PRACTICĂ-EXPERIMENTALĂ PE MODEL FUNCŢIONAL (MINIPILOT). OPTIMIZAREA PREALABILĂ, DE AMĂNUNT (ORGANOLOGICĂ) ŞI DECIZIA DE ADOPTARE 449

24. PROIECTUL DE EXECUŢIE A PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL . . . 453
24.1. Proiectul de execuţie funcţional 454
24.2. Proiectul organologic 456
24.3. Proiectul tehnologic 461

25. REALIZAREA, EXPERIMENTAREA, OPTIMIZAREA DE DETALIU ŞI OMOLOGAREA PROTOTIPULUI EXPERIMENTAL (PILOTULUI) 463
25.1. Optimizarea experimentală - de detaliu 464
25.2. Stabilirea cifrei valorice a obiectului realizat şi a nivelului preliminar al performanţelor (de calitate) 465
25.3. Omologarea prototipului experimental cu specificarea remedierilor pentru etapa prototip industrial 466

26. ETAPELE DE IMPLEMENTARE INDUSTRIALĂ, PROIECTAREA, REALIZAREA ŞI OMOLOGAREA PROTOTIPULUI INDUSTRIAL ŞI A SERIEI ZERO 467
26.1. Omologarea noilor produse 467

27. PARTICULARITĂŢILE FLUXULUI GENERAL AL INVENTICII ÎN DOMENII SPECIALE ALE TEHNICII 472
27.1. Particularităţile creaţiei tehnice în domeniul chimiei industriale 472

28. ANALIZE DE CAZURI DE PROCESE INVENTIVE 483
28.1. Exemplu din domeniul sculelor aşchietoare şi al proceselor de ascuţire a acestora; burghiul ELBITOR şi procedeul de realizare 483
28.2. Exemplu din domeniul chimiei industriale: căutare prin analiză morfologică a noilor soluţii de extractoare 497
28.3. Exemplu din domeniul electrotehnic, a aparaturii de măsură şi control; sinteza unui nou traductor de curent continuu prin metoda euristică specializată 500
28.4. Exemplu din domeniul industriei lemnului şi a celulozei, prin aplicarea metodei logico-euristice generalizate de căutare a noilor soluţii tehnice 502

Anexe

Anexa 1 - FONDUL INTERDISCIPLINAR DE DEMERSURI CREATIVE 508

Anexa 2 - PROCEDURILE FOLOSITE ÎN CADRUL ETAPELOR ALGORITMULUI GENERAL AL CĂUTĂRILOR CREATIVE . . . 519

Anexa 3 - PROCEDURI ELEMENTARE DE CĂUTARE 523

Anexa 4 - FONDUL INTERDISCIPLINAR DE EFECTE FIZICE (extras) 525

Anexa 5 - STANDARDE PENTRU REZOLVAREA PROBLEMELOR CREATIVE 548

Anexa 6 - TRANSFORMĂRI TIP PENTRU REZOLVAREA CONTRADICŢIILOR FIZICE-ALTŞULER 551

Anexa 7 - CLASIFICAREA INTERNAŢIONALĂ A INVENŢIILOR 553